Das populäre Magazin für Astronomie und Raumfahrt

Oktober 10/2004
€ 6,50 / 12,50 sFr

ASTRONOMIE HEUTE

SKY & TELESCOPE
DEUTSCHE AUSGABE

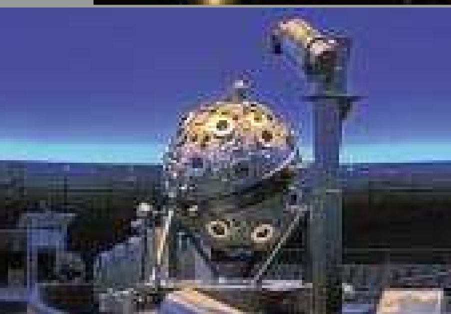
WWW.ASTRONOMIE-HEUTE.DE

GRAVITATIONSLINSEN

Was uns die größten Massenmonster über das All verraten

PLANETARIEN

Sternmagie unter der Kuppel



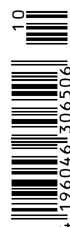
TELESKOPTECHNIK

Feldstecher – Teleskope für Einsteiger



NEU EINSTEIGERECKE: So funktioniert eine drehbare Sternkarte **HIGHLIGHT:** 400 Jahre Kepler-Supernova **UNTERWEGS:** Marsforschung »made in Germany« **VERMESSENER KOSMOS:** Der Wettstreit um die erste Entfernungsbestimmung eines Sterns

60463





Reinhard Breuer
Chefredakteur

Verschwunden im Schwarzen Loch?

Während des Sommerlochs schafften es diesmal nicht Politiker, sondern der Wissenschaftsguru Stephen Hawking, die Aufmerksamkeit der Medien auf sich zu ziehen. Der britische, an den Rollstuhl gefesselte theoretische Physiker hatte im Juli während einer Fachtagung in Dublin behauptet, die Informationen, die ein Schwarzes Loch mitsamt aller Materie verschlinge, könne doch irgendwie wieder das Licht des Universums erblicken, aus dem diese »Gegenstände« stammen. Hawking selbst hatte vor dreißig Jahren den Grundstein der bisherigen Ansicht gelegt, wonach alle Information unwiederbringlich im Gravitationsschlund dieser Relikte von Sternexplosionen verloren seien. Wenn dann, wie er 1974 bewies, diese Löcher verdampfen, wären auch alle von ihr jemals verschluckten Informationen aus dem Kosmos verschwunden – ein »Informationsparadox«, das einen Widerspruch zwischen Gravitationstheorie und Quantenphysik bedeuten würde.

Zweifellos kann man zwar Hawking als einen der besten Marketingprofis des Wissenschaftsbetriebs bezeichnen. Ob das immer so gut für die Wissenschaft und ihre Qualität ist, möchte ich bezweifeln. Aber spannend ist es schon, wenn sich – wie bei den Schwarzen Löchern – zeigt, dass unser Verständnis vom Universum noch große Lücken hat.


NASA / GSFC

Umstrittener Abstand bis zu den Plejaden: 410 Lichtjahre oder weniger?

Näher an der astronomischen Wirklichkeit sind da schon zwei andere Artikel dieser Ausgabe: unsere Titelgeschichte über Gravitationslinsen (S. 16) sowie die Historie der Abstandsmessung zu den Sternen.

Als vor genau einem Vierteljahrhundert zum ersten Mal drei US-Astronomen über Doppelbilder eines Quasars berichteten, traute ich meinen Augen nicht. Ungläubig bezweifelte ich die Entdeckung in einem Zeitungsartikel. Heute haben sich die Schwerkraftlinsen längst als Sonden für die Suche nach Dunkler Materie im All bewährt. Nicht jede Skepsis, die man oft Sensationen entgegenbringt, ist also berechtigt.

Auch die Entfernung zu den Sternen war lange ein ungelöstes Rätsel, das selbst heute noch immer nicht völlig geklärt ist. So rangen große Naturforscher seit dem 16. Jahrhundert damit, die Parallaxen der näheren Sterne, und damit ihre Entfernung, exakt zu bestimmen (S. 22). Seit 1989 haben die Astronomen mit dem Hipparcos-Satelliten Sternabstände millionenfach vermessen. Trotzdem ist der Abstand zu den Plejaden, einem schon mit bloßem Auge sichtbaren offenen Sternhaufen, nach wie vor umstritten. Die Hipparcos-Daten weichen hier um zehn Prozent vom bisher angenommenen Abstand von 410 Lichtjahren ab. Spätestens der Nachfolgesatellit »Gaia« soll hier die Entscheidung bringen, etwa ab dem Jahre 2010.

INHALT

SKYLINE

SZENE

Titelbild: Galaxienhaufen Abell 2218 mit deutlich sichtbaren Einsteinbögen, Nasa / Andrew Fruchter and the ero-team / STSCI

Die auf der Titelseite angekündigten Themen sind mit ▶ gekennzeichnet



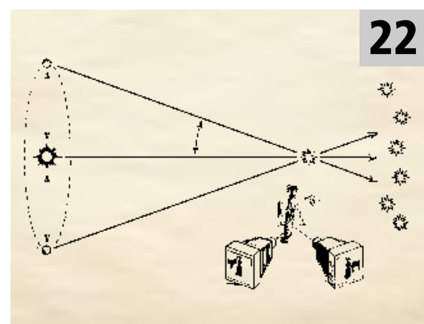
TITEL **Gravitationslinsen**

Größer – weiter – tiefer

Schwerkraft lenkt auch Licht ab – so die Theorie Albert Einsteins. Mit modernen Großteleskopen lassen sich sogar Schwerkraftlinsen finden, die den Astronomen beim Beobachten helfen


16

NASA / ESA


22

S. SIMPSON, S&T / AH

Entfernungen im All

Seit dem 16. Jahrhundert bemühten sich Astronomen hartnäckig darum, die Abstände der Sterne zur Erde zu bestimmen. Doch erst dreihundert Jahre später waren ihre Anstrengungen von Erfolg gekrönt


46

S. SEIP

Sandsturm über der Sahara

Stefan Seip über seine Reise in die Sahara und die Beobachtung der fünf Planeten



Planetarien 28

Von einfachen Himmelsgloben zu modernen Hightech-Palästen: Die Simulation des Sternhimmels wird immer perfekter

AMNH / HAYDEN PLANETARIUM

56



MCCAUGHREAN, O'DELL, NASA

Sternlebenslauf Astrophysiker können auch dann die Zukunft der Sterne vorhersagen, wenn sie über deren Geburt nicht viel wissen

62



C.M. UTTER, R.T. FIENBERG, NIGHT SKY

Drehbare Sternkarten

Mit der himmlischen Straßenkarte finden Sie Ihren Weg zwischen den Sternen

66

Ferngläser

Es sind die Teleskope für den Einsteiger – aber auch Astro-Experten schätzen die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Feldstechern



AH

TIPPS & TOOLS


S. FORSTER

Kein Ufo! Mit diesem Foto, das unser Leser Stefan Forster während eines abendlichen Gewitters schoss, gelang ihm vermutlich die Aufnahme eines Kugelblitzes.

Kugelblitz

»Unheimliche Begegnungen«
AH 9/2004, S.18

Am 17. Juli 2004 zog zwischen 21 Uhr und 21 Uhr 30 ein heftiges Unwetter über Uzwil in der Schweiz. Im Viersekundentakt schoss ich mit meiner Digitalkamera Fotos vom Gewitter. Plötzlich sah ich einen gewaltigen Blitz und nach seinem Ableuchten eine Kugel entstehen. Sie war enorm hell und leuchtete in den Farben Weiß, Gelb und Blau. Man sah deutlich, wie sich aus dem Innern der Kugel leuchtende Fäden in alle Richtungen schlängelten. Nach etwa zwei Sekunden löste sie sich mit einem atemberaubenden Knall auf. Ich schätze, dass die Kugel etwa einhundert Meter entfernt war.

Stefan Forster, Uzwil

Mondleuchten

»Gasausbrüche auf Aristarchus«
AH Mai/Juni 2003, S. 56

Bei Recherchen zum Mond bin ich auf diesen Beitrag gestoßen. Da ich mich in meiner Arbeit regelmäßig mit dem Argonplasma befassen muss, sehe ich im Folgenden eine Erklärungsmöglichkeit für das Leuchten:

Im Prinzip lassen sich die verschiedene Gase immer zum Leuchten bringen. Wichtigste Voraussetzung ist Energie, welche die Gasatome in einer dünnen Atmosphäre (Vakuum) ionisiert. Es bildet sich ein Plasma aus Ionen und Elektronen. Die Ionisation kann durch radioaktive Strahlung, den Sonnenwind oder die solare Röntgenstrahlung erfolgen. Bei der Rekombination entstehen Lichtquanten; das Gas beginnt zu leuchten.

Bei der Nutzung von Vakuumprozessen für Forschung und Industrie wird oft Argon zur Erzeugung eines Plasmas eingesetzt, um in dieser luftfreien Atmosphäre (vor allem ohne Sauerstoff) Beschichtungsprozesse mit verschiedenen Technologien durchzuführen.

Klaus Deistung, Wismar

Koordinaten-Software

»Wegweiser am Himmel«
AH 4/2004, S. 30

Ich bin seit einiger Zeit an Sternbeobachtungen interessiert und fand Ihren Artikel über die Koordinatensysteme der Astronomen deshalb sehr interessant. Jedoch habe ich nicht immer Lust die gesamten Daten selbst zu errechnen und wollte deshalb fragen, ob Sie mir vielleicht eine geeignete Internetseite empfehlen können.

Nina Ridder, E-Mail

Antwort der Redaktion:
Aus dem Internet kann man sich das Programm »Taurus« herunterladen: http://www.eckhardt-schoen.de/beruf/taurus.html. Die Software ermöglicht die Umrechnung von Koordinaten der verschiedenen sphärischen Systeme ineinander. Damit ist man unabhängig vom Internet.

»Errötende« Sterne

»Im Kokon verborgen«
AH 6/2004, S. 16

Sie schreiben, dass Staub das Licht rötet. Worauf beruht dieser Effekt?

Edgar Löhr, Lindau

Antwort der Redaktion:
Winzige feste Partikel im Raum zwischen den Sternen können das Sternlicht abschwächen. Die Stärke des Effekts ist von der Wellenlänge abhängig, wobei besonders die kürzeren – also blaues Licht – betroffen sind. Die Sterne erscheinen deshalb röter! Aus entsprechenden Messungen kann man dann über Modellrechnungen auf die Größe und Eigenschaften der absorbierenden Teilchen schließen.

Kosmologie

»Einmal Universum und zurück«
AH 4/2004, S. 22

Ein großes Lob an den Autor für den hervorragenden Artikel zum aktuellen Stand der Kosmologieforschung – das Beste, was ich bislang auf diesem Gebiet gelesen habe! Er lässt keine Fragen offen.

Michael Weber, E-Mail

Briefe an die Redaktion …

… sind willkommen!

Schreiben Sie an:
ASTRONOMIE HEUTE
Postfach 10 48 40
D-69038 Heidelberg
Fax: 06221 9126-769
E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de

Wir behalten uns vor, Leserbriefe gekürzt zu veröffentlichen.

Wie kommt es, dass Kugelsternhaufen im Lauf der Zeit nicht in sich zusammenfallen und zu einem Schwarzen Loch werden? Rotieren sie vielleicht?
Klaus Helmken, Achim

Die gemeinsame Schwerkraft zieht alle Sterne eines Kugelsternhaufens zur Mitte. Doch jeder dieser Sterne bewegt sich auf einer Bahn um dessen Zentrum. Letztlich ist es so wie in unserem Planetensystem. Die Sonne zieht die Planeten nach innen, ihre Bewegung um die Sonne hindert sie aber daran, der Schwerkraft zu folgen und in das Zentralgestirn zu stürzen.

Zusätzlich spielen noch weitere Phänomene eine Rolle. Bei ihrer Bewegung tauschen die Sterne Energie aus, denn durch nahe Begegnungen mit anderen erreichen einzelne immer mal wieder die Entweichgeschwindigkeit und verlassen den Sternhaufen, das heißt, sie »verdampfen«. Dabei »schrumpft« der Haufen etwas, da ihm die Bewegungsenergie des entweichenden Sterns verloren geht. Infolge der Kontraktion nimmt die Bewegungsenergie der verbleibenden Sterne zu. Dies bedeutet aber, dass die Haufensterne etwas schneller werden, was zu weiterem Verdampfen führt. Letztlich schrumpft der Kugelsternhaufen immer rascher, je mehr Sterne verdampfen.

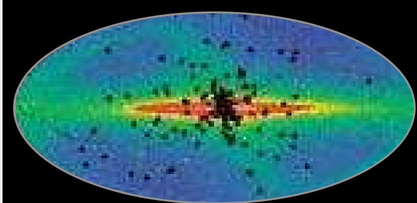
Ein anderer Effekt wirkt dem entgegen. In jedem Kugelsternhaufen bilden sich auch Doppelsterne. Beispielsweise können sie bei einer zufälligen Begegnung von drei Sternen entstehen. Dabei übertragen zwei ihre Bewegungsenergie auf den dritten, sodass beide in eine gegenseitige Umlaufbahn gelangen und der dritte das System verläßt. Wenn der Haufen schrumpft, werden Doppelsternsysteme dann wieder zerstört. Ihre Bewegungsenergie wird dabei den anderen Sternen zugeführt. Das wirkt dem Schrumpfen entgegen. Obwohl immer wieder Sterne »verdampfen«, könnte der Haufen so lange leben, bis auch das letzte Doppelsternsystem zerstört ist.

Aber noch stärker wirkt sich ein weiterer Effekt aus. Die Kugelsternhaufen bewegen sich ja im galaktischen Halo, in dem kugelförmigen Raumgebiet, das die Scheibe der Galaxis umgibt. Sie fliegen dabei immer wieder durch die Scheibe und sind dann der Schwerkraft der darin enthaltenen Sterne besonders stark ausgesetzt. Die dabei einsetzenden Gezeitenkräfte – weil einzelne Haufensterne je nach ihrer Lage die Schwerkraft der Scheibe verschieden stark spüren – führen dazu, dass bei jedem Durchgang durch die Scheibe Sterne verloren gehen, bis der Kugelsternhaufen sich auflöst.<<



TILL CREDNER, SVEN KOHLE

In Kugelsternhaufen wie M 10 drängen sich einige hunderttausend Sterne in einem relativ kleinen Gebiet zusammen.



Kugelsternhaufen (schwarze Punkte) um die Milchstraße

B. CHABOYER / DARTMOUTH COLLEGE

Rudolf Kippenhahn, emeritierter Professor für Astrophysik, lebt heute als Schriftsteller in Göttingen.

Stellen Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um kompetente Antworten und stellen die interessantesten Beiträge vor.

ASTRO NEWS

ASTEROIDEN

Riesiger Meteoriteneinschlag in der Antarktis

Vor knapp 800 000 Jahren wurde die Antarktis offenbar von einem kleinstadtgroßen Asteroiden getroffen. Die Größe mehrerer Krater lässt darauf schließen, dass er ungefähr so schwer war wie der Brocken, der vor 65 Millionen Jahren in der mexikanischen Provinz Yukatan einschlug und zum Aussterben der Dinosaurier beitrug.

Forscher um John Weihaupt von der University of Colorado in Denver hatten die bis zu 322 Kilometer weiten Krater in einem Gebiet von 2000 mal 4000 Kilometern mit Hilfe von Satellitendaten entdeckt. Der fünf bis elf Kilometer große Asteroid war in mehrere Teile zerbrochen und bis zu 500 Meter tief in die Erdkruste eingedrungen. Dabei flogen Trümmerstücke rund 5000 Kilometer weit bis nach Australien. Ungefähr ein Prozent der antarktischen Eismassen schmolzen damals und ließen die Meeresspiegel weltweit um rund sechzig Zentimeter ansteigen.

Dass die Kollision in der Eiswüste weit weniger folgenschwer war als der Einschlag auf Yukatan, hat vermutlich mehrere Gründe. Zum einen konnte der Asteroid in der Antarktis weder Feuerstürme auslösen noch riesige Staubwolken in die Atmosphäre schleudern. Zum anderen dämpften Eisberge die mächtigen Flutwellen.

Vor knapp 800 000 **Jahren stürzte ein kleinstadtgroßer Meteorit auf die Antarktis.**

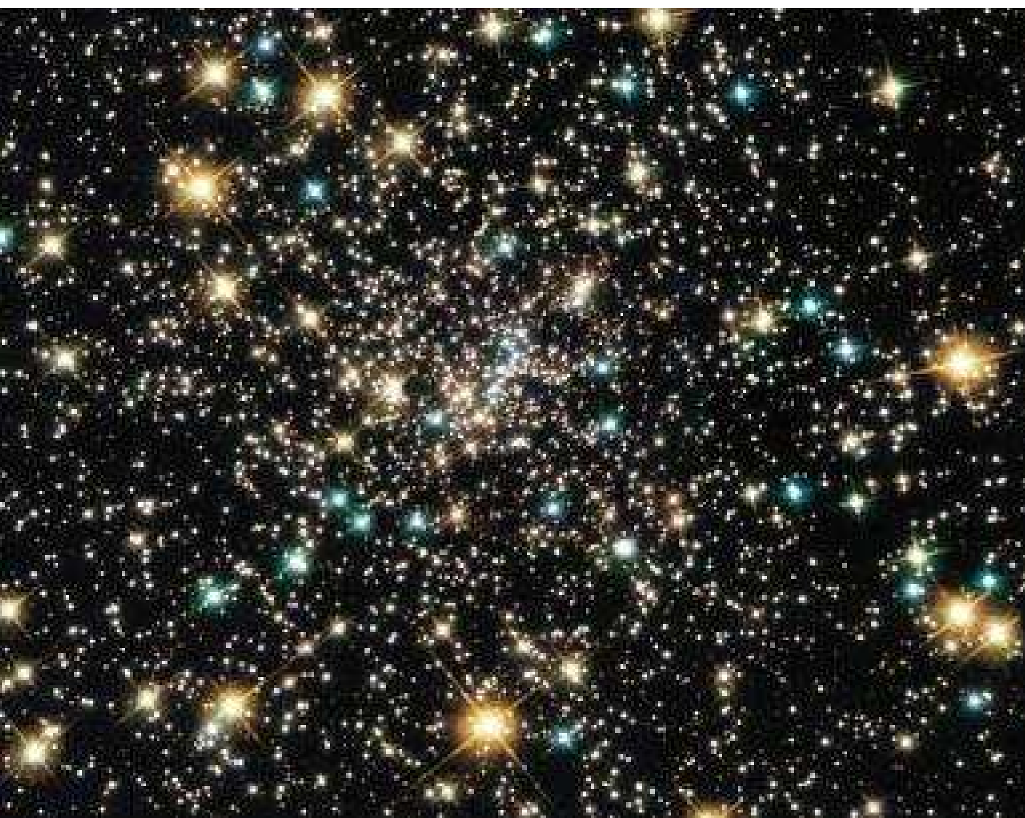
MILCHSTRASSE

Unsere Galaxis ist kaum jünger als das Universum

Astronomen des European Southern Observatory (Eso) in Chile haben gemessen, dass die ältesten Sterne der Milchstraße bereits 13,6 Milliarden Jahre alt sind – und damit kaum jünger als das Weltall selbst.

Die Forscher um Luca Pasquini hatten die Konzentration des Beryllium-9-Isotops zweier Sterne im 7200 Lichtjahre entfernten Kugelsternhaufen NGC 6397 bestimmt und daraus ein Alter von 13,4 Milliarden Jahren abgeleitet. Jedoch können diese Sterne nicht die ältesten in der Milchstraße sein. Denn das Isotop entstand nicht beim Urknall, sondern wurde bei der Explosion der ersten Sterne freigesetzt. Aus den ^{9}Be-Gehalten konnten die Forscher deshalb die Zeit berechnen, die zwischen der Entstehung unserer Galaxis und der Geburt der beiden Sterne verstrichen ist.

Das darin gefundene Beryllium hat sich demnach über etwa 200 Millionen Jahre in der jungen Milchstraße angereichert. Die vorangegangene Sterngeneration muss demnach ungefähr 13,6 Milliarden Jahre alt sein. Auf der Basis der kosmischen Hintergrundstrahlung wird das Alter des Universums derzeit mit 13,7 Milliarden Jahren angegeben.



F. FERRARO, OAB / ESA / NASA

Die ältesten Sterne **im Kugelsternhaufen NGC 6397 bildeten sich rund 200 Millionen Jahre nach der Entstehung der Milchstraße.**

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

QUANTENPHYSIK

Über die Donau gebeamt

Forschern ist es zum ersten Mal gelungen, außerhalb des Labors Lichtteilchen über eine größere Strecke zu teleportieren. Rupert Ursin von der Universität Wien und seine Mitarbeiter hatten die Quantenzustände von Photonen per Glasfaserkabel 600 Meter weit durch einen Abwasserkanal von der einen auf die andere Seite der Donau geschickt.

Dabei haben sie nicht die Lichtteilchen selbst, sondern die Quantenzustände verschränkter Photonen übertragen. Es handelt sich hierbei um Paare, die zwillingsgleich miteinander verbunden sind. Wird der Quantenzustand – etwa die Polarisationsrichtung – des einen Teilchens geändert, so reagiert auch der zweite, weit entfernte Partner.

Dieser von Albert Einstein einst als spukhafte Fernwirkung bezeichnete Effekt der Quantenmechanik soll unter anderem bei der sicheren Übertragung von Daten helfen. Erst kürzlich war es der Wiener Arbeitsgruppe gelungen, eine Banküberweisung quantenkryptografisch zu tätigen.

ASTROPHYSIK

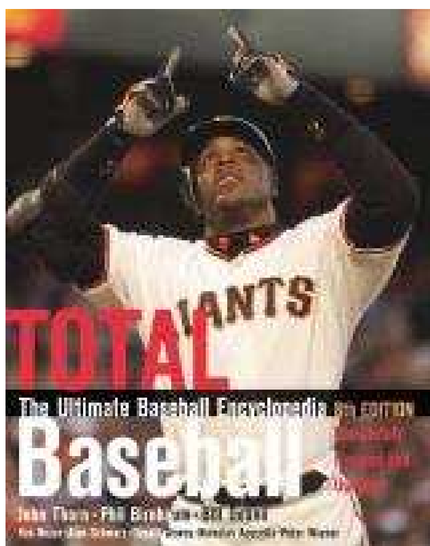
Wette nie auf Schwarze Löcher

Diese Erfahrung musste nun auch Stephen Hawking machen. Im Rahmen einer Konferenz in Dublin widerrief er eine dreißig Jahre alte Theorie über Schwarze Löcher – und verlor damit eine Wette.

Hawking hatte seinerzeit behauptet, dass alles, was von einem Schwarzen Loch aufgesaugt wird, für immer vernichtet sei. Zwar stand dies im Widerspruch zur Quantenmechanik, doch fand der Physiker damals einen faszinierenden Ausweg. Seiner Ansicht nach waren Schwarze Löcher Tor zu Paralleluniversen.

Doch jetzt räumte der prominente Wissenschaftler ein, dass er irrte: Es gibt keine Paralleluniversen. Und all das, was Schwarze Löcher verschlingen, wird nach ihrem Zerfall in Form von Energie wieder abgegeben. Hawking entschuldigte sich bei der Sciencefiction-Gemeinde für die Enttäuschung.

Damit verlor er eine Wette gegen seinen amerikanischen Kollegen John Preskill, der schon damals sicher war, dass die eingesaugte Materie nicht zerstört würde. Seine Wettschuld beglich Hawking mit der sieben Kilogramm schweren Enzyklopädie »Total Baseball«.



SPORTCLASSIC BOOKS

Verloren! Hawking widerrief seine Theorie über Schwarze Löcher und löste seine Wettschuld ein: eine Baseball-Enzyklopädie.

METEORITEN

Odyssee eines Mondmeteoriten

Zwei Jahre nachdem Forscher um Edwin Gnos von der Universität Bern im Oman einen der überaus seltenen Meteoriten vom Mond fanden, konnten sie nun die Herkunft und die bewegte Geschichte des faustgroßen Brockens »Sayh al Uhaymir 169« (SaU 169) rekonstruieren.

Nach dem Vergleich mit der Thoriumkarte des Monds, die vor einigen Jahren mit der Nasa-Sonde Lunar Prospector erstellt wurde, stand fest: Die ungewöhnlich hohen Thoriumgehalte zeugen davon, dass SaU 169 aus dem Mare Imbrium stammt, das durch den Einschlag eines Planetoiden entstand.

Mit Hilfe anderer Isotope konnten die Forscher feststellen, dass das Gestein vor rund 3,9 Milliarden Jahren bei der Entstehung des Mare schmolz, herausgeschleudert wurde und wieder auf die Mondoberfläche stürzte. In den nächsten Milliarden Jahren wurde es von zwei weiteren Meteoriten getroffen, bis SaU 169 in Folge eines vierten Einschlags vor ungefähr 340 000 Jahren ins All gesprengt wurde.

Vor etwa 10 000 Jahren geriet der Brocken dann ins Schwerefeld der Erde. Sein Kern überdauerte den heißen Flug durch die Atmosphäre und fiel auf die arabische Halbinsel. Weltweit kennt man rund dreißig Meteoriten, die eindeutig vom Mond stammen.



SaU 169 im Wüstensand des Oman: Der faustgroße Brocken gehört zu den seltenen Meteoriten vom Mond.

SCIENCE

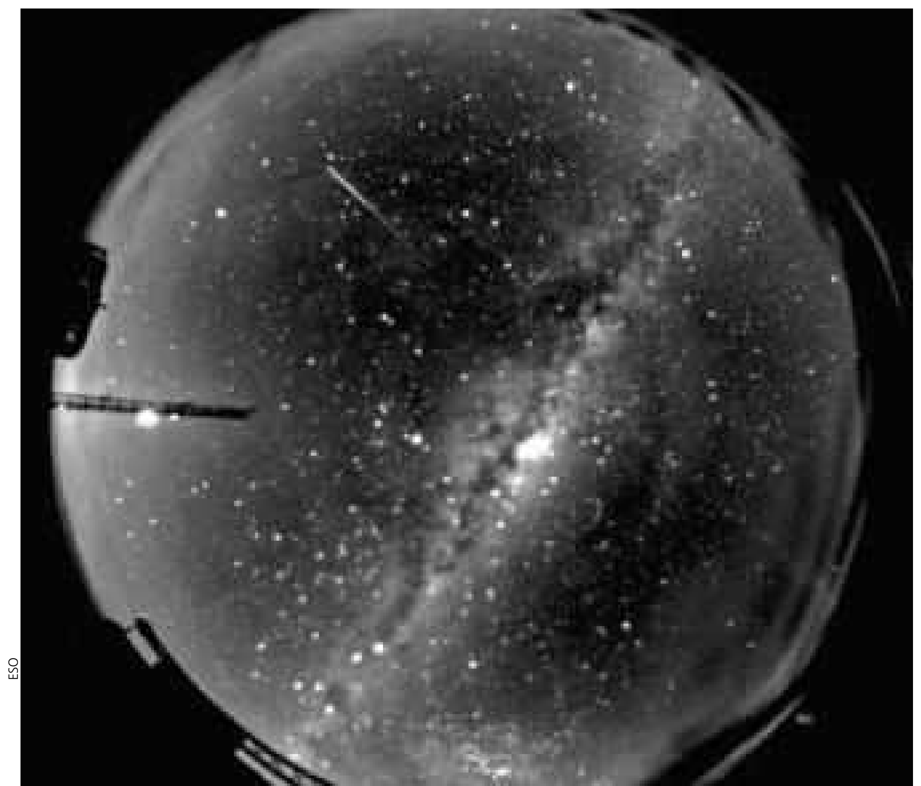
TELESKOPE

Glücksfall: VLT beobachtet Meteor

Eigentlich hatten die Forscher das Very Large Teleskop (VLT) am chilenischen Eso Paranal Observatory Anfang 2002 auf die Supernova in einer fernen Galaxie gerichtet, als für eine fünfzigtausendstel Sekunde ein Meteor das Sichtfeld kreuzte. Obwohl der Brocken nur hundert Kilometer weit entfernt war und in dem auf »unendlich« gestellten Teleskop unscharf erschien, konnten Peter Jenniskens vom Seti Institute in Mountain View und seine Mitarbeiter ein erstklassiges Spektrum des verglühenden Meteors messen.

Es umfasst rund zwanzig charakteristische Sauerstoff- und Stickstofflinien, aus deren Verhältnis die Forscher eine Temperatur von 4600 Grad Celsius ableiteten. Zudem konnte erstmalig ein Meteor im Infrarotbereich beobachtet werden. Dabei ergab sich, dass er offenbar vollkommen kohlenstofffrei war.

Einziger Wehrmutstropfen: Die CCD-Kamera war zu jener Zeit nicht einsatzbereit, sodass es von dem denkwürdigen Augenblick kein fotografisches Zeugnis gibt.



Immer wieder kreuzen Meteore das Sichtfeld des Eso Paranal Observatory. Diese Aufnahme entstand am 25.8.2002. Von dem jetzt beschriebenen Meteor gibt es leider keine Aufnahmen, weil die CCD-Kamera nicht einsatzbereit war.

ESO

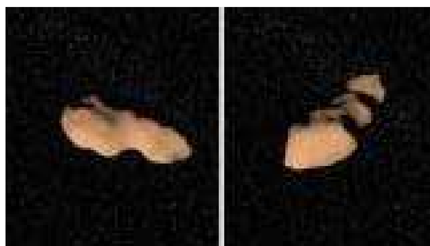


ASTEROIDEN

Tuchfühlung mit einem Asteroiden

Planetenforscher erwarten gespannt den Vorbeiflug des Asteroiden 4179 Toutatis. Am 29. September wird der 5,2 mal 2,3 Kilometer große Brocken die Erde in etwa vierfacher Mondentfernung passieren und uns so nahe kommen, wie kein anderes Objekt vergleichbarer Größe in den vergangenen 100 Jahren.

Toutatis gehört zu der potenziell gefährlichen Gruppe der Apollo-Asteroiden, welche die Erdbahn kreuzen können. Er wurde Anfang 1989 von dem Franzosen Christian Pollas entdeckt und nach dem gallischen Kriegs- und Stammesgott Teutates benannt.



SCOTT HUDSON / STEVEN OSTRO

4179 Toutatis gehört zu den potenziell gefährlichen Asteroiden und nähert sich der Erde alle vier Jahre.

Der Asteroid dreht sich torkelnd um zwei Achsen und gelangt alle vier Jahre in unsere Nähe. Vorerst geht von ihm jedoch keine Gefahr aus. Erst 2562 wird Toutatis der Erde noch näher kommen als in diesem Jahr.

Toutatis lässt sich noch bis zum 24. September von Mitteleuropa aus beobachten. Dabei wird er so hell sein, dass er schon mit einem Fernglas erkennbar ist. Danach bekommen ihn allerdings nur noch die Bewohner auf der Südhalbkugel zu sehen.

BEIDE BILDER DIESER SEITE: NASA / JPL / SPACE SCIENCE INSTITUTE

Im Licht der Sonne erstrahlen Saturns Ringe in Rosa-, Grau- und Brauntönen.

SATURN

Cassini-Huygens wohlauf

Zehn Jahre ist es her, als vor laufenden Kameras Teile des Kometen Shoemaker-Levy 9 auf den Jupiter stürzten – jetzt hat Cassini-Huygens dazu neue Erkenntnisse geliefert. Die europäisch-amerikanische Raumsonde hatte auf ihrem Weg zum Saturn einige Instrumente ausprobiert und auch den Jupiter ins Visier genommen. Dabei zeigte sich, dass in dessen Atmosphäre noch heute Substanzen vom Ende jenes Kometen zeugen.

Mittlerweile hat Cassini-Huygens sein eigentliches Ziel erreicht, ist wohlauf und funkt tagtäglich Neues zur Erde – etwa über die Ringe Saturns. Sie gehören zu den schönsten Anblicken im Sonnensystem und sind nun auch in ihren natürlichen Farben zu bewundern. Die Sonne taucht sie in unzählige Rosa-, Grau- und Brauntöne, weil sie neben gefrorenem Wasser auch andere Stoffe – Gesteinsstaub etwa und kohlenstoffhaltige Substanzen – beherbergen.

Zwar sind die Ringe allenfalls einen Kilometer dick, doch reichen sie von ihrer Innen- zur Außenkante fast 300 000 Kilometer weit – und wirken, je nachdem wie der Planet zur Sonne geneigt ist, wie gigantische Schattenspender. So tauchten die Ringe zu Zeiten der Voyager-Sonden in den achtziger Jahren nur ein schmales Band der heißen Äquatorregion in tiefen – und kühlen – Schatten. Die Folge: Warme und kalte »Luftmassen« lagen eng beieinander, sodass damals monatelang heftige Stürme in den niedrigen Breiten wüteten. Derzeit ist Saturn so zur Sonne geneigt, dass seine Ringe weite Teile der Nordhalbkugel verdunkeln, während auf der Südhalbkugel Sommer herrscht. Kurzum: Die warmen und kalten Regionen liegen jetzt sehr weit auseinander, weshalb Cassini kleinere, schwächere und viel kurzlebigere Sturmtiefs beobachtet.

Außerdem hat die Saturnsonde zwischen den Trabanten Mimas und Enceladus zwei neue Monde entdeckt – kleine, nur drei und vier Kilometer große Brocken. Und einen ganz neuen Ring, der allerdings keine Schatten wirft, weil er aus energiereichen Partikeln besteht, die im Magnetfeld des Saturns gefangen sind. Er reicht von der oberen Wolkendecke bis an den innen liegenden D-Ring.

Neue Bilder gibt es auch von Titan, Saturns größtem Mond. Anfang Juli hatte sich Cassini dem einzigen Trabanten mit eigener Atmosphäre zum ersten Mal angenähert und aus knapp 800 000 Kilometer Entfernung Bilder geschossen. In der dichten Atmosphäre aus Stickstoff und ein paar Prozent Methan bilden sich, vermutlich durch die Einwirkung ultravioletten Lichts, komplexe organische Moleküle. Warum sich die Dunsthülle allerdings so deutlich in zwei Schichten teilt, ist noch ungeklärt.

Titans Atmosphäre scheint aus zwei Schichten zu bestehen.

MARS

Allenfalls Zeichen von Altersschwäche

Spirits Vorderrad dreht sich schwer und ein Steinchen verklemmt den Bohrkopf von Opportunity. Viel besser können die Nachrichten vom Mars eigentlich gar nicht sein, schließlich hätten die beiden Marsrover schon Ende April auf den Schrottplatz gehört. Stattdessen kurven sie unverdrossen weiter und zeigen allenfalls erste Zeichen von Altersschwäche.

Doch was soll's: Spirit fährt nunmehr rückwärts und zieht das sechste Rad am Wagen hinter sich her – genutzt wird es nur an ganz schwierigen Stellen –, und das Steinchen in Opportunitys Bohrkopf wird voraussichtlich beim Vor- und Zurückdrehen einfach herausfallen.

Trotz seines Handikaps bewältigte Spirit an den Hängen der Columbia Hills ohne weiteres über zwanzig Grad steile Hänge und erreichte schließlich »Clovis«, einen Gesteinsbrocken, der den Forschern auf der Erde weicher erschien als die anderen. Tatsächlich hatte Rat, das Rock Abrasion Tool, es mit Clovis viel leichter als mit den anderen Vulkangesteinen der Gegend.

Zudem fanden sich darin hohe Schwefel-, Brom- und Chlorkonzentrationen, sodass allem Anschein nach nun endlich auch Spirit auf diese »heißen Spuren« von einstigem Wasser gestoßen ist. Bisher wurden im Gusev-Krater nämlich lediglich Basalte vulkanischen Ursprungs entdeckt – dabei sah es aus dem All so aus, als habe es hier einst einen See so groß wie Thüringen gegeben.

Auf der anderen Seite des Mars hatte Opportunity schon gleich nach seiner Landung in der Meridiani-Ebene kaum anzweifelbare Argumente für eine feuchte Vergangenheit des Mars geliefert. Mittlerweile ist der Rover über zwanzig Meter in den etwa stadiongroßen Krater Endurance geklettert und hat mit jedem Meter immer höhere Chlorkonzentrationen gemessen.

Außerdem funkte das Gefährt Bilder eines rund einen Zentimeter aus dem Untergrund ragenden Steingrats zur Erde. Er könnte entstanden sein, als Wasser in eine Kluft eindrang und das Material darin verfestigte. Später bot diese harte Füllung der Erosion mehr Widerstand.

Last but not least nahm Opportunity zum ersten Mal Kontakt mit Mars Express auf. Der bewährte sich als Relaisstation und leitete aus 1400 Kilometer Höhe in sechs Minuten über vierzig Megabyte Daten zur Erde weiter.

Der Grat (Pfeil) ragt ungefähr einen Zentimeter aus dem Untergrund und zeugt womöglich von einer einst wassergefüllten Kluft.



NASA / JPL / CORNELL

BEMANNTE RAUMFAHRT

Schlafend durchs All

Die europäische Weltraumorganisation Esa erforscht zurzeit, ob Menschen in künstlichen Winterschlaf versetzt werden können. Derart ruhig gestellte Astronauten, so glauben Experten, kämen mit den Strapazen von Langzeitmissionen im All besser zurecht. Außerdem würden die schlafenden Raumfahrer viel weniger Platz und Nahrung im Raumschiff benötigen.

Wissenschaftler haben im Auftrag der Esa bereits die Substanz Dadle (D-Leuenkephalin) getestet, die bei Erdhörnchen im Sommer winterschlafartige Zustände auslöst. Wenn menschliche Zellen damit behandelt werden, teilen sie sich langsamer und mindern ihre Genaktivität. Als Nächstes wollen die Forscher die Substanz, die einem körpereigenen Opiat ähnelt, bei Tieren einsetzen, die keinen Winterschlaf halten – etwa bei Ratten.

Bis der erste Mensch in Dauerschlaf versetzt werden kann, seien aber noch mindestens zehn Jahre Forschung nötig, sagt der Esa-Wissenschaftler Mark Ayre.

Experten sind indes skeptisch, ob sich ein künstlicher Winterschlaf beim Menschen überhaupt realisieren lässt. Franziska Wollnik, Tierphysiologin an der Universität Stuttgart, meint, die erforderlichen Veränderungen im Körper seien zu komplex, um sie von außen erzwingen zu können – zumal der Mensch naturgemäß keinen Winterschlaf hält.

Überdies dauere dieser bei Tieren auch nicht die ganze kalte Jahreszeit an. Manche erwachten alle paar Tage, um sich aufzuwärmen, zu fressen, sich zu bewegen und anschließend erneut in Winterschlaf zu fallen – für Astronauten ein eher unpraktisches Verfahren.

WELTRAUMTELESKOP

Probleme mit Hubble

Am 3. August 2004 kam es zu einem Zwischenfall auf dem Hubble Space Telescope: Der so genannte Space Telescope Imaging Spectrograph (Stis) fiel plözlich aus. Er ist das einzige Instrument auf Hubble, das Spektren sowohl im ultavioletten als auch im sichtbaren Spektralbereich aufnehmen kann. Sein Ausfall trifft die Astronomen schwer, da die Messungen unerlässlich sind, um Schwarze Löcher und die Sternentstehung zu erforschen sowie Planeten, Nebel und Galaxien zu studieren.

Für UV-Beobachtungen steht nun überhaupt kein Instrument mehr zur Verfügung, da Messungen vom Erdboden aus nicht möglich sind. Insgesamt sind im aktuellen Beobachtungszeitraum dreißig Prozent der wissenschaftlichen Programme vom Ausfall des Spektrografen betroffen. Erste Fehleranalysen deuten auf ein Problem in der Stromversorgung der Elektronik.

Langfristig droht aber ein noch größeres Ungemach von den Steuerungskreiseln, denn von den ursprünglich sechs arbeiten nur noch vier. Versagen noch zwei weitere von ihnen den Dienst, kann dies zum Verlust des kompletten Teleskops führen, da es sich dann nicht mehr steuern und ausrichten ließe.

Nach dem Absturz der Raumfähre Columbia hatte die Nasa im Januar aus Sicherheitsgründen sämtliche bemannten Servicemissionen zu Hubble gestoppt. Der energische Protest vieler Astronomen führte jedoch dazu, dass Nasa-Chef Sean O'Keefe die Raumfahrtbehörde am 9. August anwies, innerhalb der nächsten drei Jahre eine unbemannte Reparaturmission zu entwickeln. Der Stis wurde bei der zweiten Servicemission 1997 eingebaut und war für eine fünfjährige Lebensdauer ausgelegt. Sein Nachfolger, der Cosmic Origins Spectrograph (Cos), wartet bereits auf seinen Start, der jedoch wegen des Banns bemannter Missionen auf unbestimmte Zeit verschoben ist.

PLANETENSYSTEM

Staubfänger

Die Sonnenwindsonde Genesis der amerikanischen Raumfahrtbehörde Nasa ist wieder daheim. Nachdem die Sonde rund 0,4 Milligramm des beständig wehenden solaren Teilchenstroms einsammeln konnte, kam sie am 8. September auf der Erde an. Die spektakuläre Fallschirmlandung im US-Bundesstaat Utah, bei der die Kapsel in einer filmreifen Aktion von einem Hubschrauber aufgefangen werden sollte, war bis zum Ende eine Zitterpartie.



Genesis (kleine Kapsel) landet in Utah.

NASA / JPL

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Der Raumfahrer der Zukunft – ein Winterschläfer? Die Esa möchte es so, aber Experten zweifeln daran.

PRIVATE RAUMFAHRT

Der X-Prize ist heiß

Das X-Prize-Wettrennen (siehe AH 9/2004, S. 15) gewinnt an Fahrt. Während die US-Favoriten um Burt Rutan mit ihrem StarShipOne für den 29. September und den 4. Oktober zum Sturm auf das Preisgeld von zehn Millionen Dollar blasen, haben ihre kanadischen Konkurrenten mit der auf einem Ballon startenden Rakete »Wild Fire« einen ersten Startversuch für den 3. Oktober angekündigt.

Nach den Regeln des Rennens um den ersten von einem privaten Unternehmen organisierten Weltraumtrip, muss der Sieger innerhalb von 14 Tagen zweimal die 100-Kilometer-Marke überschreiten. Aufgehängt an einem Ballon will das Wild-Fire-Team sein Vehikel zunächst auf 24 Kilometer hieven. Dort soll die Rakete zünden. An ihrer Spitze trägt sie eine Kapsel, die einer Miniausgabe der russischen Sojus ähnelt und in der Projektleiter Brian Feeny den riskanten Höhenritt wagen will. Rakete und Kapsel sollen an Fallschirmen getrennt landen. Spektakuläre Misserfolge überschatten unterdessen die heiße Phase des Weltraumrennens. Im August endeten unbemannte Testflüge zweier Mitbewerber innerhalb von 24 Stunden mit der Explosion ihrer Raketen.



THE DA VINCI PROJECT

Brian Feeney (mit Mikrofon), der Leiter des kanadischen da-Vinci-Projekts, bei der Präsentation der Wild-Fire-Rakete

SONNENSEGEL

Kleeblatt im All

Sciencefiction-Autoren träumen ja schon länger von futuristischen Raumschiffen, die mit Sonnenkraft angetrieben werden. Die japanische Weltraumbehörde Jaxa hat Anfang August zwei extrem empfindliche Sonnensegel ins All geschossen, die künftig Reisen zu entfernten Planeten ermöglichen sollen.

Hundert Sekunden nach dem Start vom Uchinoura Space Center in Kagoshima (Japan) erreichte das erste der beiden nur 7,5 Mikrometer starken Segel an Bord einer japanischen Rakete eine Flughöhe von 122 Kilometern. Dort entfaltete sich das aus vier Segmenten bestehende Gebilde mit dem idyllischen Namen »Klee« zu einer Art Blütenblatt. In 169 Kilometer Höhe wurde ein weiteres Segel, der sechsteilige »Fächer« ausgesetzt und ebenfalls zur vollen Größe aufgeklappt. Damit, so hoffen die Forscher, benötigen Raumschiffe auf interplanetaren Flügen in ferner Zukunft keinen Raketenantrieb mehr. Konventionelle Raketen machen mit ihrem chemischen Treibstoff heute noch den größten Teil des Gewichts einer Mission aus.



JAXA

Einem Fächer gleich entfaltet sich das japanische Sonnensegel.

Bereits im Februar 1993 hatten russische Raumfahrtingenieure im Rahmen des Projekts »Znamya« ein Weltraumsegel gestartet, das einem Spiegel gleich Sonnenlicht auf das nächtliche Europa werfen sollte. Dieses war seinerzeit jedoch zu dick, um vom Strahlungsdruck der Sonne angetrieben werden zu können. Ein zweites Experiment im Jahr 1999 scheiterte, da sich das Segel nicht entfaltete.

Mitarbeiter dieser Rubriken:
Thorsten Dambeck, Veronika Winkler, Hans Zekl

GRAVITATIONSLINSEN

KOSMISCHE VERGRÖSSERUNGSGLÄSER

Größe wird belohnt: Nur mit den mächtigsten Instrumenten auf der Erde und im Weltraum kann man durch die Lupen des Universums – die Gravitationslinsen – in die Vergangenheit schauen.

>> **Rainer Kayser**

Vor 25 Jahren machten die amerikanischen Astronomen Dennis Walsh, Bob Carswell und Ray Weymann eine aufregende Entdeckung. Auf der Suche nach optischen Gegenstücken von Quasaren mit dem 2,1-Meter-Teleskop der Sternwarte auf dem Kitt Peak in Arizona stießen sie im Sternbild Großer Bär auf zwei eng benachbarte Objekte. Überraschenderweise glichen sie sich wie ein Ei dem anderen.

Die beiden am Himmel nur sechs Bogensekunden voneinander entfernten Quasare wiesen nicht nur die gleiche Rotverschiebung von 1,41 auf – schienen also in der gleichen Entfernung von uns zu stehen –, sondern zeigten auch nahezu identische Spektren und waren etwa gleich hell. Zu viel der Zufälle, befanden Walsh, Carswell und Weymann und zogen einen Aufsehen erregenden Schluss: Der doppelte Quasar ist eine optische Täuschung, hervorgerufen durch eine kosmische Linse. Über ein Jahr dauerte es, bis sich der Verdacht der drei Wissenschaftler bestätigte. Weit im Vordergrund, zwischen uns und dem Quasar, liegt eine Galaxie, die mit ihrer Schwerkraft auf das Licht wie eine gewaltige Linse wirkt. Sie krümmt die an ihr vorbei laufenden Lichtstrahlen und erzeugt so von dem dahinter liegenden Objekt ein mehrfaches Abbild.

Einsteins Irrtum, Zwickys Wunder

Die Entdeckung des Doppelquasars 0957 +561 im Jahre 1979 markierte den Beginn einer neuen Ära für das Forschungsgebiet, das bis dahin ein Schattendasein geführt hatte, das der Gravitationslinsen.

Schon in den 1920er und 1930er Jahren überlegten Arthur Eddington, Orest Chwolson und Albert Einstein unabhängig voneinander, dass durch die Lichtablenkung im Gravitationsfeld (siehe Kasten S. 20) Doppelbilder und leuchtende Ringe entstehen können, wenn zwei Sterne vom irdischen Betrachter aus gesehen fast genau auf einer Linie hintereinander stehen. Dann nämlich krümmt die Schwerkraft des Vordergrundsterns die Lichtstrahlen des Hintergrundsterns gerade so, dass an gegenüberliegenden Seiten der »Linse« vorbeigehende Strahlen beim Beobachter eintreffen. Dieser sieht folglich den Hintergrundstern zweimal neben dem Vordergrundstern. Bei exakter Symmetrie, wenn beide genau hintereinander stehen, sieht der Beobachter den weiter entfernten Stern sogar als leuchtenden Ring um das Zentrum der Linse.

Einstein blieb allerdings skeptisch. Die Wahrscheinlichkeit, dass zwei Sterne zufällig genau auf einer Linie mit dem Beobachter stünden, sei viel zu gering, als dass man dieses Phänomen jemals beobachten könnte, schrieb er 1936 im Magazin »Science«. Doch der große Physiker hatte sich getäuscht, weil er nur in stellarem Maßstab dachte und nicht in galaktischem.

Der am California Institute of Technology tätige Schweizer Astronom Fritz Zwicky korrigierte Einstein schon im Jahr danach. Galaxien, so zeigten seine 1937 im Fachblatt »Physical Review« veröffentlichten Berechnungen, eignen sich hervorragend als Gravitationslinsen. Zwicky wiederum war zu optimistisch. Bei etwa einem Prozent der Galaxien erwartete er leuchtende Ringe – und wunderte sich Zeit seines Lebens darüber, >

GLOSSAR

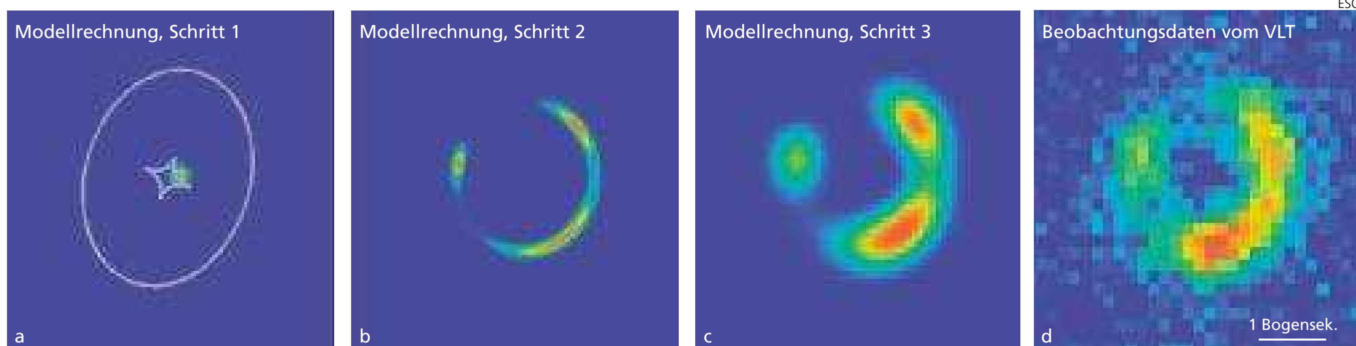
Spektrallinien werden von Atomen, Ionen und Molekülen bei ganz charakteristischen Wellenlängen erzeugt. Durch das Vermessen dieser Linien – der Spektroskopie – gewinnen die Astrophysiker also Informationen über die chemische Zusammensetzung der Objekte.

Kosmologische Rotverschiebung kommt durch die Expansion des Universums zu Stande. Sie ist umso größer, je weiter eine Strahlungsquelle von uns entfernt ist. Dadurch sind Spektrallinien, die normalerweise bei Wellenlängen des sichtbaren Lichts liegen, bis ins Infrarot oder noch darüber hinaus verschoben. Bei Quasaren, einem Typ »Aktiver Galaktischer Kerne«, die mit Gravitationslinsen bis in weiteste Ferne beobachtbar sind, spielt die Lyman-Alpha-Linie des Wasserstoffs mit einer Laborwellenlänge von 121,6 Nanometern eine besondere Rolle.

Hubble-Parameter heißt die Größe, die im Hubbleschen Gesetz die Umrechnung der Rotverschiebung von Wellenlängen in eine Entfernung erlaubt. Damit können Astronomen aus der gemessenen Rotverschiebung von Gravitationslinsenquasaren und der daraus abgeleiteten Entfernung die Expansionsrate des Kosmos in der Vergangenheit bestimmen (siehe AH 4/2004, S. 22 und AH 5/2004, S. 8).

NASA / ESA

Bis Rotverschiebung sechs lässt der als Gravitationslinse wirkende Galaxienhaufen Abell 1689 das Hubble-Weltraumteleskop 2002 mit seiner Advanced Camera for Surveys (ACS) schauen.



Einsteinringe wie der von 1995 entstehen, wenn die Galaxie (farbig) ausreichend genau hinter der Linse (a, graue Linien) liegt. Ihr Abbild ist dann ringförmig (b) und entspricht, auf die Auflösung des VLT umgerechnet (c), exakt der Beobachtung (d).

> dass kein solches Phänomen am Himmel aufgespürt wurde.

Heute wissen wir: Damals war die Zeit einfach noch nicht reif dafür. Es fehlten die technischen Mittel, um ausreichend weit entfernte Himmelsobjekte aufzuspüren. Nach der Entdeckung des Doppelquasars 0957+561 rund vierzig Jahre später ging es dann allerdings Schlag auf Schlag. In kurzer Zeit konnten die Astronomen viele weitere Quasare mit Mehrfachbildern nachweisen.

Kosmische Messlatte

Zusätzlich entdeckten sie in neuerer Zeit auch durch die Linsenwirkung von Galaxienhaufen zu riesigen leuchtenden Bögen auseinander gezogene Galaxien und beobachteten schließlich sogar Helligkeitsänderungen einzelner Sterne durch den Mikrolinseneffekt (Kasten unten).

Für die Astrophysiker sind Gravitationslinsen heute längst mehr als ein kurioses optisches Phänomen. Sie sind ein Werkzeug, das ihnen bei der Erforschung des Kosmos hilft, denn mit ihrer Hilfe lassen sich kosmische Entfernungen messen, die Expansion des Alls bestimmen, Galaxienhaufen »wiegen« und nicht zuletzt extrasolare Planeten aufspüren.

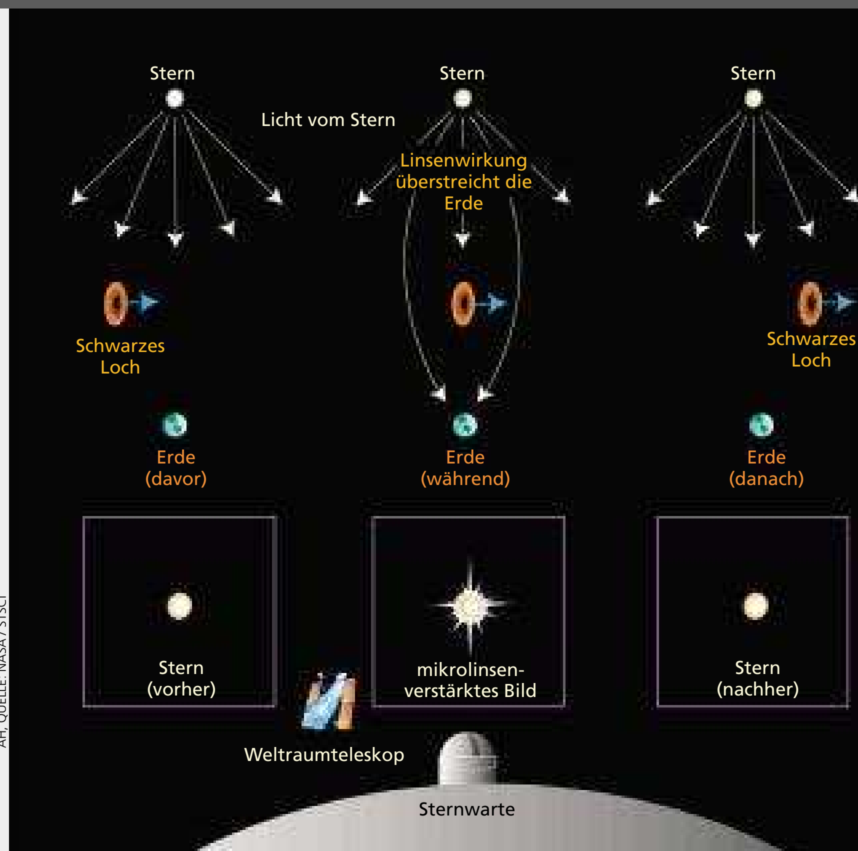
Bei einem Quasar, den eine im Vordergrund als Linse wirkende Galaxie mehrfach abbildet, sind die Lichtwege von der Quelle bis zum Beobachter für die verschiedenen Bilder unterschiedlich lang. Bei veränderlichen Strahlungsquellen wie Quasaren macht sich dies in einem zeitlichen Versatz der Helligkeitsschwankungen bei den verschiedenen Abbildern bemerkbar. Daraus können die Astronomen die Unterschiede in den Weglängen ableiten. Diese erlauben, die Größe der gesamten Anordnung zu bestimmen und somit die Entfernung von uns zur Linse und zum Quasar zu berechnen.

Der Clou bei diesem Verfahren zur kosmischen Entfernungsmessung besteht darin, dass es all die Probleme der »kosmischen Entfernungsleiter« umgeht, die mit den sonst verwendeten, aufeinander aufbauenden Verfahren zur Vermessung des Kosmos verbunden sind. Anhand der Verschiebung der Spektralli-

»Microlensing« ermöglicht erstmals die direkte Massenbestimmung eines Sterns

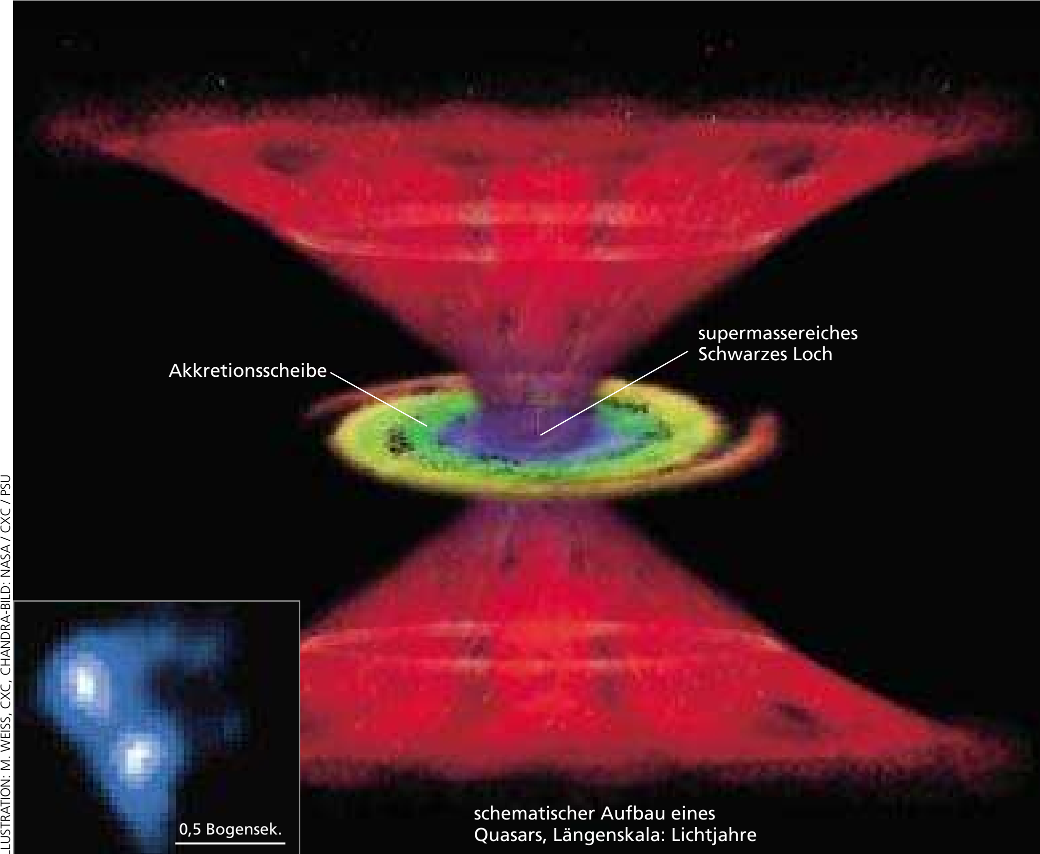
Die Suche nach »Machos«, massereichen und kompakten Objekten im Halo – also ober- und unterhalb der Scheibe der Milchstraße, die sich nur durch Mikrolinsenereignisse zu erkennen geben –, soll in erster Linie klären helfen, wie viel dunkle Materie in Form von einsamen Schwarzen Löchern, verwaisten Neutronensternen und Braunen Zwergen durchs All schwirrt.

Nun jedoch ergab sich aus dieser Suche noch eine mindestens genauso wichtige Anwendung: 1993 beobachteten Astronomen mit Teleskopen in Australien und Chile erstmals einen solchen Fall, wo ein



Die Masse macht's Läuft ein kompaktes Objekt (hier: ein Schwarzes Loch) durch die Sichtlinie von der Erde zu einem Stern, wird dieser durch die Linsenwirkung zeitweise heller (violette Rahmen).

Quasar unter der Lupe Um den Materiestrudel von APM 08279+5255 (gelb bis blau) wird Gas auf mehrere Millionen Grad erhitzt. Der Röntgensatellit Chandra sieht zwei Bilder davon durch eine Gravitationslinse.



nien im Licht der Quasare (Glossar S. 16) können die Forscher außerdem ablesen, wie schnell sich das Objekt auf Grund der Expansion des Raums von uns entfernt. Die Kombination dieser Fluchtgeschwindigkeit mit der Entfernung liefert dann die Rate, mit der sich unser Universum ausdehnt, den Hubble-Parameter.

Der norwegische Astrophysiker Sjur Refsdal hatte dieses Verfahren bereits Anfang der 1960er Jahre erdacht und schlug nach der Entdeckung des ersten Doppelquasars sofort vor, die Helligkeit von 0957+561 zu überwachen, um die Zeitdifferenz in den Lichtkurven zu messen.

Doch dies war schwieriger als angenommen. Jahreszeitlich bedingte Lücken in den Beobachtungsreihen, ungenaue Messungen und störende Einflüsse einzelner Sterne auf die Linsenabbildung erschwerten die Analyse der Lichtkurven. Fast zwei Jahrzehnte vergingen, bis die Forschergemeinde für den Doppelquasar 0957+561 den Wert von rund 420 Tagen für die Differenz akzeptierte.

Inzwischen konnten auch für andere Mehrfachquasare Laufzeitunterschiede bestimmt werden. Im Mittel ergab sich daraus ein Wert für den Hubble-Parameter von 70 Kilometer pro Sekunde und Megaparsek – in guter Übereinstimmung mit dem vom Satellit WMAP aus der kosmischen Hintergrundstrahlung bestimmten Wert von 71.

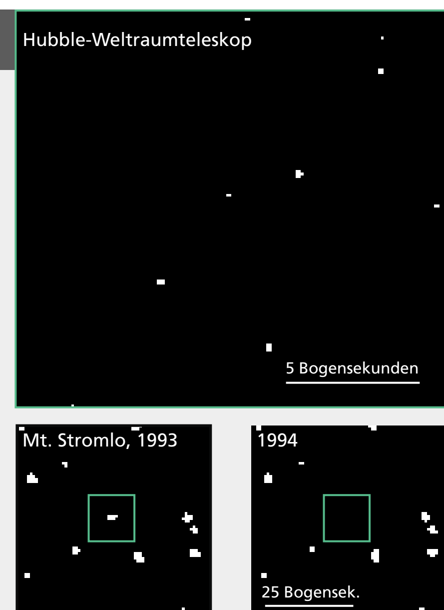
Ein amerikanisches und ein französisches Forscherteam entdeckten 1986 unabhängig voneinander rätselhafte, lang gestreckte leuchtende Bögen in den Galaxienhaufen Cl 2244-02 und Abell 370. Die Astronomen standen vor einem Rätsel. Wenn die Bögen tatsächlich zu den Galaxienhaufen gehörten, mussten sie eine geradezu ungeheure Länge von Mil- >

kompaktes Objekt als Linse für einen Stern in der 180000 Lichtjahre entfernten Großen Magellanschen Wolke (LMC) wirkte. Allerdings wurde dessen Licht nicht einfach nur heller, wie man es erwarten würde, wenn der Macho selbst kaum Licht abgibt. Vielmehr sahen die Astronomen einen ausgeprägten Rotstich beim Anstieg der Helligkeit. War »Macho-LMC-5« also ein Roter Zwergstern? Schließlich gehören achtzig Prozent aller Sonnen zu dieser leuchtschwachen Klasse von Sternen, die kleiner und kühler als unser Zentralgestirn sind. Dann sollte es aber nach einer gewissen Zeit möglich sein, ihn neben dem Zielstern in der LMC auflösen zu können.

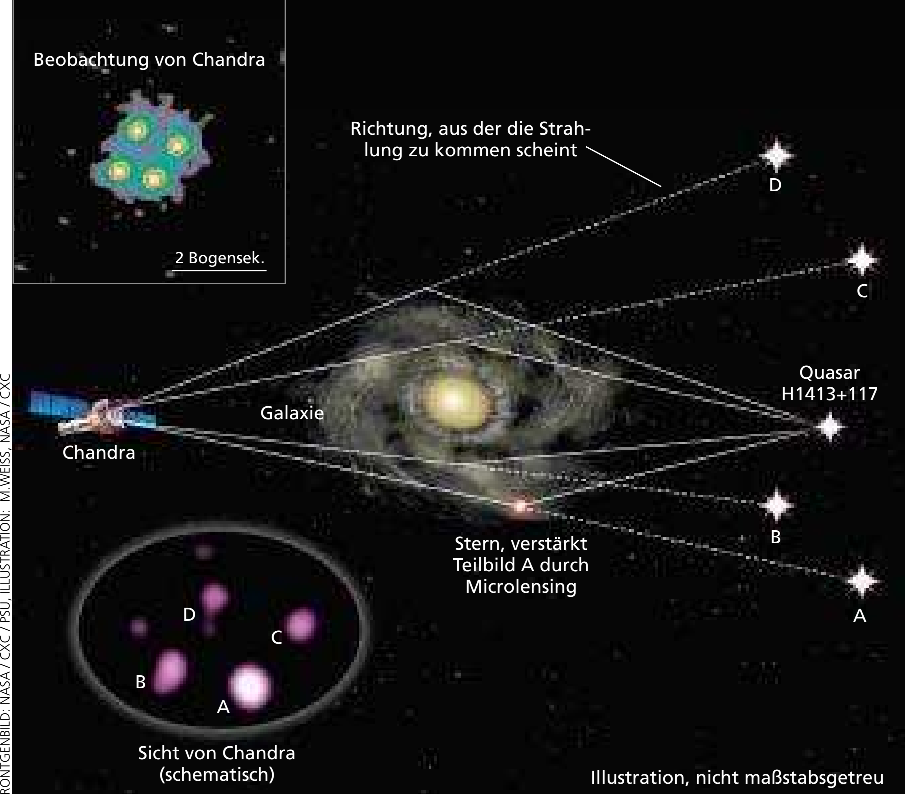
2002 war es soweit und das Hubble-Weltraumteleskop (HST) entdeckt die kleine rote Sonne tatsächlich. Doch die Auswertung des Mikrolinsenereignisses ist noch nicht völlig schlüssig und die Ergebnisse sind verwirrend. Ein weiteres Astronomenteam richtet die ACS-Kamera von Hubble mehrfach auf den Roten Zwerg und misst dessen Parallaxe in Bezug auf den Zielstern (»Wettrennen um die Vermessung des Kosmos«, S. 22).

Mit Erfolg: Die Entfernung zum Roten Zwerg beträgt rund 1800 Lichtjahre, fast dreimal so viel wie zunächst abgeschätzt. Damit wird die mathematische Lösung des Mikrolinsenereignisses aber eindeutig und die Forscher erhalten ein Ergebnis für die Masse des Zwergsterns: ein Zehntel der Masse unserer Sonne.

Bisher beruhte die Kenntnis über die Massen der Sterne – von unserer Sonne einmal abgesehen – nur auf den Modellen für die Energieerzeugung in den Sternen und für die Sternentwicklung. Mit Macho-LMC-5 gibt es jetzt erstmals eine unabhängige Massenbestimmung, mit der die bisher verwendeten Modelle überprüft und gegebenenfalls weiter verfeinert werden können. >> dre



Macho ertappt »LMC-5« erhellte 1993 einen Stern in der Großen Magellanschen Wolke. 2002 kann Hubble die beiden auflösen (oben).



RÖNTGENBILD: NASA / CXC / PSU, ILLUSTRATION: M. WEISS, NASA / CXC

Ein Quasar wie ein Kleeblatt

Der Röntgensatellit Chandra sieht H1413+117 gleich viermal in diesem Zwei-Bogensekunden-Feld (oben).

> lionen von Lichtjahren besitzen. Konnte es sich vielleicht um Schockfronten gewaltiger Explosionen in den Zentren der Galaxienhaufen handeln?

Der polnische Astrophysiker Bohdan Paczynski von der Princeton University hatte eine andere Idee. Die leuchtenden Bögen seien in Wirklichkeit weiter entfernte Galaxien, die durch die Gravitationslinsenwirkung des Haufens vergrößert und verzerrt würden.

Paczynski hatte Recht. Schon ein Jahr später zeigten Messungen der Rotverschiebungen der Bögen, dass diese tatsächlich weit hinter den Galaxienhaufen liegen. In den folgenden Jahren stießen die Astronomen auf viele weitere leuchtende Bögen in allen Größen im Bereich von Galaxienhaufen. Die Verzerrung der Hintergrundgalaxien bietet die Möglichkeit, die Abbildungseigenschaften der Gravitationslinse genau zu analysieren und damit die Massenverteilung in den Galaxienhaufen zu bestimmen. Das Verfahren bestätigte den seit langem auf Grund anderer Indizien gehegten Verdacht, dass rund neunzig Prozent der Masse der Galaxienhaufen aus nicht leuchtender »Dunkler Materie« besteht.

Machos und Exoplaneten

Doch woraus besteht diese Dunkle Materie? Bis heute haben Physiker und Astronomen darauf keine Antwort. Möglicherweise bilden bislang noch unentdeckte Elementarteilchen den Hauptbestandteil. Aber es ist auch denkbar, dass zumindest ein Teil in Form von kompakten, nicht oder nur schwach leuchtenden Objekten wie Braunen und Roten Zwergen, Neutronensternen oder Schwarzen Löchern im Dunstkreis der Galaxien vorliegt. 1986 schlug Paczynski daher vor,

Wenn das Licht gekrümmt wird

»Wirken Körper nicht über Distanz auf Licht und lenken durch ihre Wirkung Lichtstrahlen ab? Und ist diese Wirkung nicht bei kleinstem Abstand am stärksten?«, fragte sich schon 1704 Isaac Newton in seinem Werk »Opticks«. Er versuchte allerdings nicht, die Stärke der Lichtablenkung im Gravitationsfeld zu berechnen, obwohl ihm dies damals mit dem von ihm selbst entdeckten Gravitationsgesetz und der vom Dänen Ole Rømer erstmalig grob gemessenen Lichtgeschwindigkeit durchaus möglich gewesen wäre.

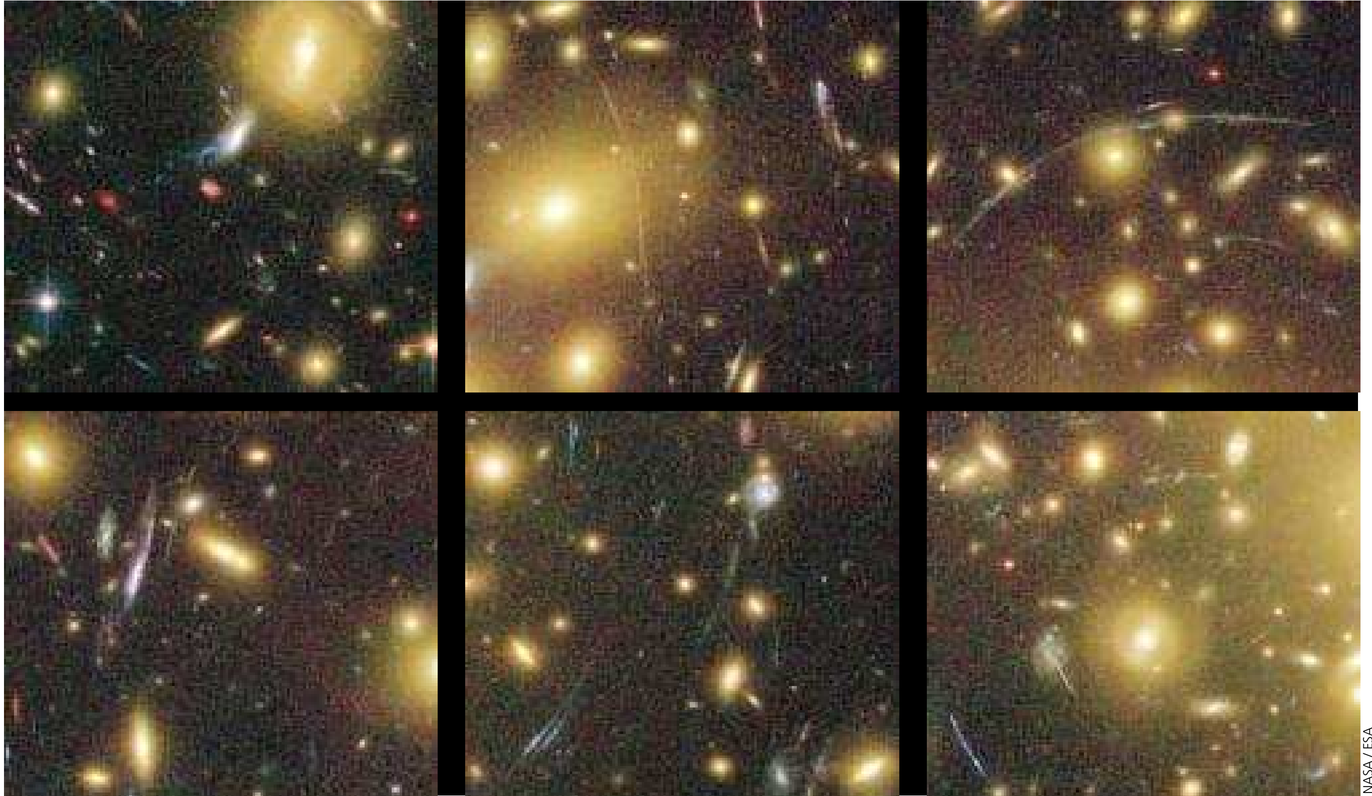
Die erste derartige Rechnung führte vermutlich 1784 Henry Cavendish durch, die er allerdings nicht veröffentlichte. So wiederholte 1801 der Berliner Astronom Johann Georg von Soldner, ohne Cavendishs Arbeit zu kennen, diese Berechnungen und veröffentlichte sie unter dem poetischen Titel »Über die Ablenkung eines Lichtstahls von seiner geradlinigen Bewegung durch die Attraktion eines Weltkörpers, an welchem er nahe vorübergeht«. Sowohl Cavendish als auch Soldner behandelten bei ihren Rechnungen das Licht als Teilchen, die sich im Schwerefeld des ablenkenden Himmelskörpers auf Hyperbelbahnen bewegen.

Aus Soldners Berechnungen ergab sich für die Lichtablenkung nahe dem Rand der Sonne ein Wert von 0,8 Bogensekunden. Den gleichen Wert erhielt Albert Einstein 1911, als er auf Grundlage des Äquivalenzprinzips – noch vor der Entstehung der Allgemeinen Relativitätstheorie – die Lichtablenkung berechnete, ohne wiederum die Arbeiten von Cavendish und Soldner zu kennen.

Einstein regte an, die Lichtablenkung während einer totalen Sonnenfinsternis zu messen. Während der Totalität sollte sie bei den sichtbaren Sternen zu winzigen, aber messbaren Positionsverschiebungen führen. Doch die auf Einsteins Anregung 1912 und 1914 durchgeführten Sonnenfinsternisexpeditionen scheiterten. Die erste Finsternisbeobachtung fiel wegen schlechten Wetters buchstäblich ins Wasser, die Teilnehmer der zweiten Expedition wurden bei Ausbruch des Ersten Weltkriegs auf der ukrainischen Halbinsel Krim interniert.

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Einer der Ersten, die die Bedeutung von Einsteins Relativitätstheorie erkannten, war der Leiter des Royal Observatory, Sir Arthur Stanley Eddington (1882–1944).



Bögen, überall Bögen in diesen Hubbleaufnahmen des massereichen Galaxienhaufens Abell 1689 in rund 2,2 Milliarden Lichtjahren Entfernung. Alle unverzerrten Galaxien sind Haufenmitglieder.

Gravitationslinsen zur Suche nach solchen »Massive Compact Halo Objects«, kurz Machos, zu benutzen (Kasten S. 18).

Wenn es im Halo der Milchstraße viele solche massereichen und kompakten Objekte gäbe, so Paczynskis Argument, sollte hin und wieder eines genau vor einem Stern in der Großen Magellanschen Wolke vorüberziehen und als Gravitationslinse wirken. Allerdings wäre dabei kein Doppelbild sichtbar, da der Winkelabstand der beiden Bilder zu gering ist, um selbst mit den größten Teleskopen aufgelöst zu werden. Aber die Helligkeit des Hintergrundsterns wäre für eine kurze Zeit durch die Lupenwirkung erhöht (Kasten S. 20).

Da die Wahrscheinlichkeit für solche »Mikrolinsen«-Ereignisse gering ist – Einstein lässt grüßen – müssen die Forscher ständig die Helligkeiten vieler Millionen Sterne überwachen, um keines zu verpassen. Seit den 1990er Jahren laufen eine ganze Reihe solcher Überwachungsprogramme, bei denen die Sterne in den Magellanschen Wolken und in der Zentralregion unserer Milchstraße überwacht werden. Tatsächlich wurden dabei schon mehrere hundert Helligkeitsänderungen durch Gravitationslinsen gefunden, die allerdings überwiegend durch normale Vordergrundsterne verursacht wurden. Machos scheinen keine große Rolle zu spielen. Wenn überhaupt, dann machen sie nur einen sehr geringen Teil der Dunklen Materie aus.

Statt auf Machos stießen die Astronomen aber auf etwas anderes: auf Planeten. Einige der beobachteten Helligkeitsveränderungen weichen nämlich von dem ab, was für einen simplen Stern-Stern-Gravitationslinseneffekt zu erwarten ist. Offenbar beeinflussen hier ein oder gar mehrere kleinere Massen – Planeten, die den Vordergrundstern umkreisen – die Abbildungseigenschaften der Gravitationslinse. Auf diese Weise lassen sich theoretisch sogar erdgroße Planeten nachweisen, die um andere Sterne kreisen.

Linsen mit Zukunft

25 Jahre nach der Entdeckung des Doppelquasars 0957+561 sind die Gravitationslinsen somit zu einem vielfältig einsetzbaren »Instrument« der astronomischen Forschung geworden. Der zeitliche Versatz von Helligkeitsschwankungen in mehrfach abgebildeten Quasaren liefert einen von anderen Verfahren unabhängigen Wert für die Expansionsgeschwindigkeit des Kosmos. Die Verzerrung von fernen Galaxien durch die Linsenwirkung von Galaxienhaufen erlaubt es, die Verteilung der Dunklen Materie zu untersuchen. Planeten um ferne Sterne können entdeckt werden. Viele dieser Beobachtungsprogramme laufen erst seit wenigen Jahren und dürften daher auch in Zukunft noch für die eine oder andere Überraschung sorgen. <<

Rainer Kayser ist Wissenschaftsjournalist in Hamburg, hat dort bei Sjur Refsdal Astronomie studiert und über das Thema Gravitationslinsen promoviert.

Zum Glück für Einstein. Denn wie der Physiker ein Jahr später feststellte, hatte er sich um einen Faktor zwei geirrt. Erst die inzwischen entwickelte Allgemeine Relativitätstheorie berücksichtigt den Einfluss der Gravitation auf die Lichtausbreitung korrekt und liefert so den doppelten Wert wie die alte Newtonsche Theorie. So bot die Lichtablenkung auch eine der ersten Möglichkeiten, Einsteins Relativitätstheorie zu überprüfen.

Bei der totalen Sonnenfinsternis am 29. Mai 1919 konnte Arthur Eddington erstmals die Lichtablenkung messen. Im Rahmen des mit dreißig Prozent noch recht großen Fehlers fand Eddington eine Übereinstimmung mit der Relativitätstheorie, damals ein sensationeller Erfolg für Einstein. Heute kann die Ablenkung des Lichts – oder allgemeiner der elektromagnetischen Strahlung – durch die Beobachtung von Radioquellen nahe der Sonne mit großer Genauigkeit gemessen werden.

DAS WETTRENNEN UM DIE VERMESSUNG DES UNIVERSUMS

Jahrhundertelang versuchten Astronomen in mühevoller Forschungsarbeit herauszufinden, wie weit die Sterne von uns entfernt sind.

>> Alan W. Hirshfeld

Astronomen können die Entfernung eines Sterns direkt ermitteln, indem sie seine Parallaxe messen – also den Abstand zwischen seinen scheinbaren Positionen am Himmel, wenn man ihn von verschiedenen Standorten aus betrachtet. Parallaxenbestimmungen zählen seit langem zu den Standardmethoden der Astronomie und werden jährlich an tausenden Sternen vorgenommen. Wir vermögen uns kaum noch vorzustellen, welch überaus steinigen Weg die Forscher von einst bewältigen mussten, bis ihnen die erste derartige Messung gelang.

Seit der Formulierung des Kopernikanischen Weltbildes Mitte des 16. Jahrhunderts hofften viele Astronomen, dass die weitläufige Bewegung der Erde um die Sonne es ihnen erlauben würde, die Parallaxen – und somit die Entfernungen – vieler Sterne zu messen (siehe Bild S. 25 unten). Auf diese Weise hätten sie aus der allnächtlichen Illusion eines sternbedeckten Gewölbes einen echten, dreidimensionalen Kosmos machen können.

Der erste, der Ende des 16. Jahrhunderts Parallaxen zu bestimmen suchte, war der dänische Adlige Tycho Brahe, dem man ein jähzorniges Temperament nachsagt. Von einem eifersüchtigen Onkel als Kleinkind entführt, wuchs er in einer privilegierten Umgebung auf.

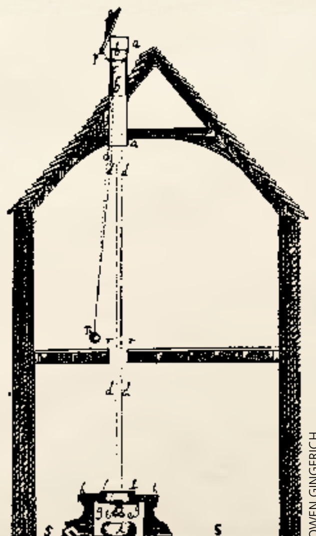
Ein Star unter den Astronomen

Brahes Intellekt war schärfer noch als jenes Schwert, das im Zuge eines hitzigen Duells seine Nasenspitze abtrennte – ein Streit, bei dem es laut Überlieferung um Mathematik ging. Wie dem auch sei, jedenfalls besuchte er einige der besten Universitäten Europas und erwarb sich ein derart großes Ansehen, dass der dänische König ihn unbedingt an seinem Hof behalten wollte. Er übergab Brahe die (heute schwedische) Insel Hven als Lehen, und dieser ließ darauf das Schloss Uraniborg sowie das Observatorium Stjärneborg errichten. Brahes Anwesen, sogar mit Kerker und Hofnarr ausgestattet, wurde das erste astronomische Forschungsinstitut der Welt.

Vergleicht man Brahes Sternkatalog mit einem modernen Exemplar, stellt man fest, dass er die Positionen der von ihm vermessenen Sterne bis auf eine Bogenminute (ein sechzigstel Grad) genau bestimmt hatte. Angesichts der Tatsache, dass ihm kein Teleskop zur Verfügung stand, war dies eine beachtliche Leistung. Freilich: Selbst Brahes scharfe Augen und seine für die damalige Zeit ausgefeilten Instrumente besaßen keine hinreichende Genauigkeit, um Sternparallaxen zu ermitteln.

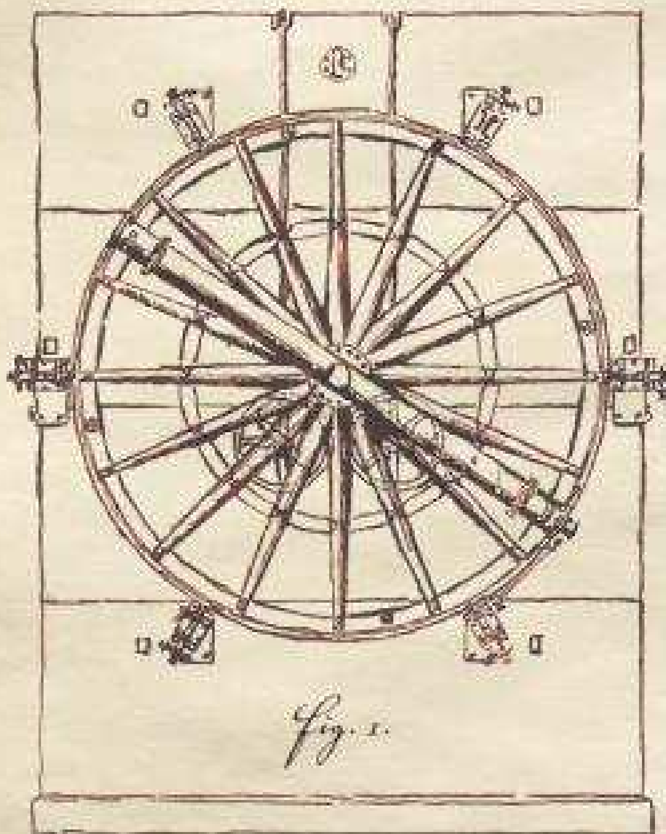
Der englische Physiker Robert Hooke versuchte das Problem 1669 mit Hilfe des erst kurz zuvor erfundenen Teleskops anzugehen. Über den an einer Magenkrankheit leidenden Hooke schrieb der Zeitgenosse Samuel Pepys folgende Worte: »Von allen Männern, die ich je sah, erbringt er das Größte, obwohl er doch das Wenigste verspricht.« Hartnäckig von wiederkehrenden Albträumen und diversen Krankheiten – eingebildeten wie >


JOHN G. WOLBACH LIBRARY

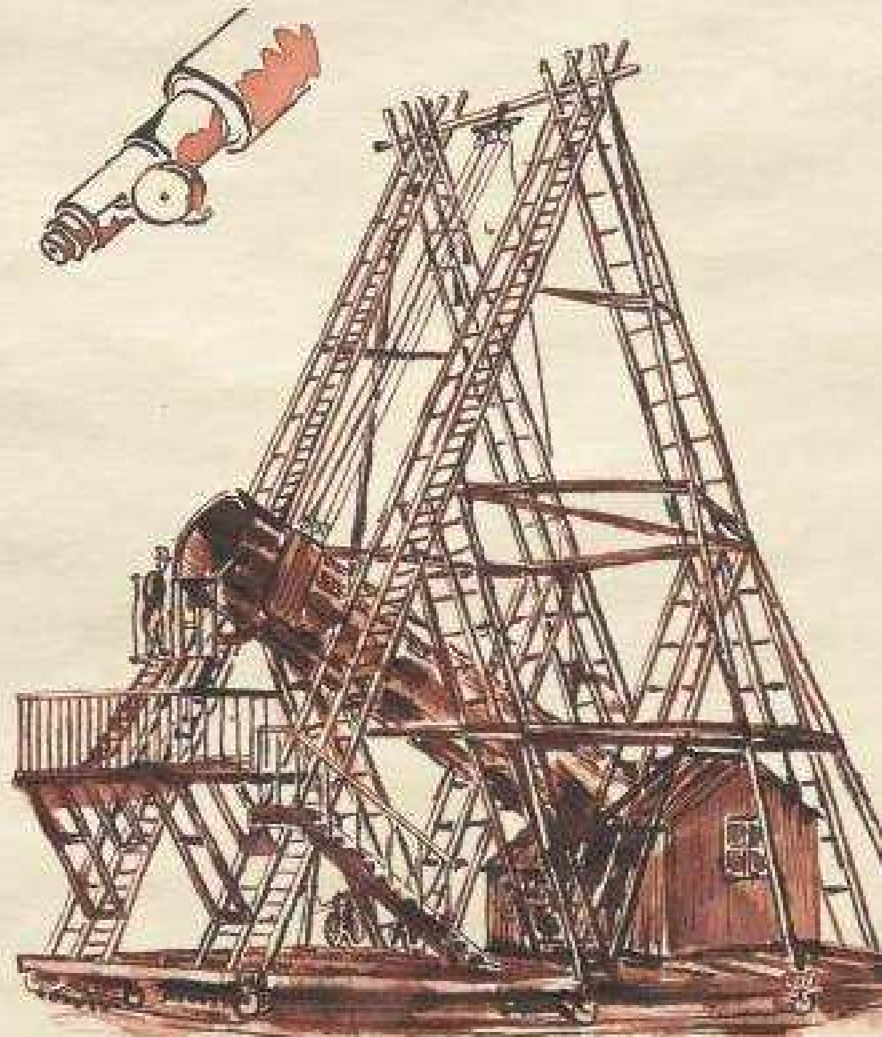

OWEN GINGERICH

Tycho Brahe (1546–1601, ganz links) war der Erste, der nach Sternparallaxen suchte. Um die Verschiebung des Sterns Gamma Draconis zu messen, baute der Physiker Robert Hooke (1635–1702) ein Teleskop durch das Dach seines Hauses (links).

Jahrhundertelang versuchten Astronomen mit verschiedenen Instrumenten und von unterschiedlichen Standorten aus die Entfernungen der Sterne zu ermitteln – ohne Erfolg.



Mural Circle



S&T / ELLEN ROONEY / JOHN G. WOLBACH LIBRARY / AH

Prächtig anzuschauen war Brahes Anwesen Uraniborg auf der Insel Hven. Von seinem Observatorium Stjärneborg aus erstellte er verblüffend genaue Sternkarten.



NATIONALHISTORISKE MUSEUM PÅ FREDERIKSBORG, HILLEROD, DENMARK

> echten – geplagt, machte Hooke dennoch beneidenswert viele naturwissenschaftliche Entdeckungen.

Voller Entschlossenheit schwor er sich, das Problem der Sternparallaxen zu lösen. Dazu benutzte er ein vertikal aufgestelltes Teleskop, das er in einem Loch befestigte, welches er in das Dach seines Londoner Appartments gesägt hatte. Er begann, den Stern Gamma Draconis (γ Dra, 2. Größe) zu beobachten, der jeden Tag fast genau senkrecht über ihm vorüberzog. Hooke verbrachte vier Monate damit, nach einer kleinen Positionsänderung des Sterns Ausschau zu halten. Schließlich musste er sich aber der noch unausgereiften Technik sowie seiner eigen Ungeduld geschlagen geben. Nichtsdestoweniger war er überzeugt, die Parallaxe von Gamma Draconis beobachtet zu haben, auch wenn niemand seine Behauptung ernst nahm. Seiner Messung zufolge sollte Gamma Draconis 0,1 Lichtjahre von der Erde entfernt sein. Hookes »Archimedische Maschine«, wie er seine Teleskopkonstruktion nannte, war aber letztlich viel zu ungenau, um damit eine stellare Positionsänderung aufzulösen.

Gewissenhafteres Beobachten

Aus ganz anderem Holz als Hooke war der englische Astronom James Bradley geschnitzt. Dessen Maxime lautete nämlich: Geduld, Geduld und nochmals Geduld. Von seinem Pfarrhaus in Bridstow, Herefordshire, betreute Bradley tagsüber seine Gemeinde. Zu nächtlicher Stunde allerdings, während seine Schäfchen schliefen, vertauschte Bradley die Kanzel mit dem Teleskop, sein Ornat mit dem warmen Mantel und das Gebet mit der Himmelsbeobachtung. Wenn Bradley seine Augen nachts zum Firmament erhob, dann tat er das nicht als Diener Gottes, sondern als Vertreter der Naturwissenschaften.

Bradley war detailverliebt und weithin dafür bekannt, dass er ein Instrument beinahe bis zu dessen Zerstörung prüfte, bevor er sich darauf verließ. In den zwanziger Jahren des 18. Jahrhunderts installierte er im Haus seiner Tante sein eigenes, wesentlich verbessertes Exemplar des Hooke'schen Vertikalteleskops und legte sich unverzüglich unter das Okular, um seinerseits Gamma Draconis zu studieren. Zu Bradleys Entzücken zeigte der Stern im Jahresverlauf eine eindeutige Verschiebung, während sich die Erde um die Sonne bewegte – so wie Galileo es vorhergesagt hatte. Doch schon bald kehrte bei dem Forscher Ernüchterung ein. Gamma Draconis bewegte sich nämlich völlig verkehrt: Der Stern schien Stück für Stück nach Norden zu wandern, wenn er sich südwärts verschieben sollte, und gen Süden, wenn eine Bewegung nach Norden zu erwarten gewesen wäre.

Bradley dachte drei Jahre lang über dieses Problem nach. Dann, während eines Bootsausflugs auf der Themse, stolperte er unvermittelt über die Lösung. Als er den Wimpel oben auf dem Bootsmast beobachtete, erkannte er, dass dessen Ausrichtung nicht nur vom Wind abhängt, sondern auch von der Bewegung des Bootes. Entsprechend, so schloss er, ist die wahrgenommene Position eines Sterns beeinflusst von der Geschwindigkeit der Erde im Raum. Dieses Phänomen nennt man die Aberration des Sternlichts. Mit dem »Wackeln« von Gamma Draconis hatte Bradley den ersten klaren Beweis gefunden – nicht für die Existenz von Sternparallaxen, aber dafür, dass die Erde um die Sonne kreist.



STEVEN SIMPSON, S&T / AH



JOHN G. WOLBACH LIBRARY

James Bradley (1693–1762) entdeckte die Aberration des Sternlichts. Sie täuscht eine Sternbewegung vor – ähnlich einem Läufer, der glaubt, es regne von vorn (ganz links).

Auch William Herschel (1738–1822, rechts) konnte keine Sternparallaxen messen. Erst Joseph Fraunhofer (1787–1826, ganz rechts) baute dafür hinreichend genaue Teleskope.



BEIDE BILDER: JOHN G. WOLBACH LIBRARY

Bradley wurde königlicher Hofastronom und hatte fortan ein Arsenal von Teleskopen zu seiner Verfügung. Doch obwohl er den Rest seiner langen Karriere damit verbrachte, die genauen Positionen von Sternen zu messen, blieb es ihm verwehrt, ihre Parallaxen zu bestimmen.

Und dann war da noch der berühmte deutschstämmige Astronom William Herschel, von dessem enormen Ehrgeiz uns die Überlieferungen berichten. Hätte es im 18. Jahrhundert das Magazin »People« gegeben, Herschel wäre mit Sicherheit auf die Liste der faszinierendsten Persönlichkeiten Englands gekommen. Jeder, von der Vorsitzenden des örtlichen Ladies' Club bis hin zu König George III., war begierig, diesen Einwanderer aus Hannover kennen zu lernen. Er sprach makelloses Englisch, komponierte Sinfonien, konstruierte Teleskope und veränderte – mit seiner Entdeckung des Planeten Uranus – im Alleingang die allgemein herrschende Vorstellung vom Universum. Er war ein Genie und zeichnete sich auf jedem Gebiet der beobachtenden Astronomie aus.

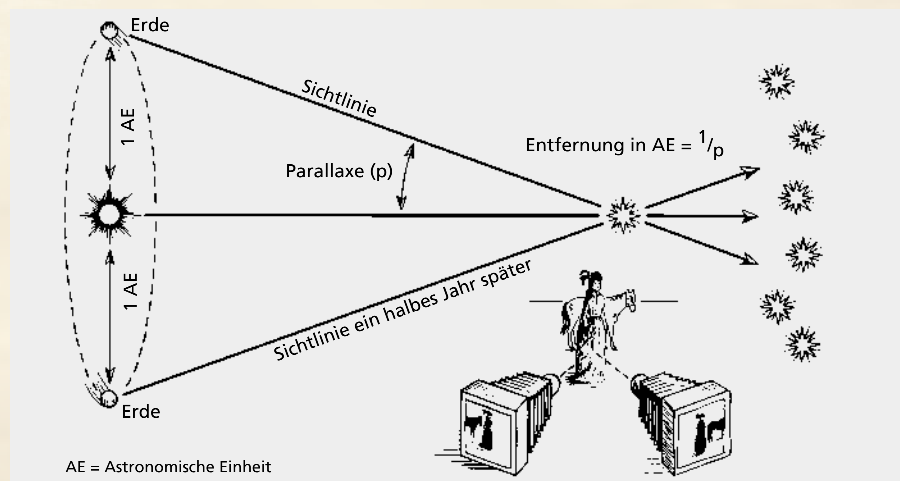
Als Herschel ankündigte, dass er das Problem der Sternparallaxe in Angriff nehmen würde, zweifelte niemand an seinem Erfolg. Anders als seine Zeitgenossen, die glücklich gewesen wären, auch nur eine stellare Parallaxe auszumachen, schickte sich Herschel an, Großhändler in Sachen Sternentfernungen zu werden. Und er glaubte, er hätte die Mittel, dies auch zu schaffen: nämlich mit Hilfe von Galileos Doppelstern-Methode. Man nehme einen hellen Stern, der in der Nähe unseres Sonnensystems vermutet wird und sich zufällig in der gleichen Richtung befindet wie ein schwach leuchtender, weit entfernter Stern. Dann sollte sich die parallaktische Verschiebung des nahen Sterns deutlich von seinem in großer Distanz befindlichen und daher ortsfesten Nachbarn abheben.

Nach Jahrzehnten der Entdeckung hunderter stark und schwach leuchtender Pärchen konnte Herschel jedoch lediglich seine eigenen Annahmen über Doppelsterne über den Haufen werfen. Die meisten dieser Sterne stehen nicht zufällig nebeneinander, wie Galileo vermutete, sondern stellen tatsächlich Sternpaare dar, die durch ihre gegenseitige Anziehungskraft aneinander gekoppelt sind. Als solche konnten sie aber nicht in der von Galileo und Herschel beabsichtigten Weise für die Parallaxenmessung herangezogen werden.

Der Wunsch nach Präzision

Der Versuch, die Parallaxe eines Sterns mit einem Teleskop aus dem 18. Jahrhundert zu bestimmen, ist der Absicht vergleichbar, eine Mikrobe mit einem Lineal zu vermessen. Die größten Instrumente jener Zeit, etwa Herschels Spiegelteleskope mit ihren gewaltigen Holzrahmen, hatten durchaus Ähnlichkeit mit mittelalterlichen Belagerungsmaschinen. Sie waren hergestellt worden, um damit tief in den Weltraum zu schauen, und nicht, um präzise Sternenpositionen abzuleiten. Selbst die schlankeren Linsenfernrohre aus schickem polierten Messing und Holz genügten dieser Anforderung nicht: Sie waren zu starr und zu grob kalibriert, um eine Parallaxe zu bestimmen. Das Teleskop, das den Himmel einst der wissenschaftlichen Untersuchung zugänglich gemacht hatte, drohte nun zum größten Hindernis für den Fortschritt der Sternastronomie zu werden.

Der entscheidende Schritt in der Teleskoptechnik kam in den zwanziger Jahren des 19. Jahrhunderts mit den handwerklich exzellent gefertigten Geräten von Joseph Fraunhofer. Er wuchs unter Umständen auf, die einem Charles-Dickens-Roman alle Ehre machen würden. Im Alter von elf Jahren verwaist, schlug er sich praktisch als Leibeigener eines Münchner Glasschneiders durch, der >



STEVEN SIMPSON, S&T / AH

Während die Erde um die Sonne kreist, verändert sich unsere Sichtlinie auf nahe gelegene Sterne. Die hieraus resultierende »parallaktische Verschiebung« ist jedoch sehr klein.

> ihm weder eine Schulbildung zukommen ließ noch eine Kerze zum abendlichen Lesen gab. Sein Leben nahm eine dramatische Wende, als das Haus, in dem er arbeitete, einstürzte und er unter dem Schutt begraben wurde. Seine spektakuläre Rettung brachte ihm die Aufmerksamkeit des künftigen bayrischen Königs ein, der dafür sorgte, dass der Junge eine angemessene Schulbildung bekam. Fraunhofer wandte sich dem Studium der Optik zu und wurde, nach endlosem Experimentieren, zum führenden Teleskophersteller der Welt. Die von ihm gebauten Fernrohre waren von bis dahin unbekannter Präzision und Schärfe.

Zwei von Fraunhofers modernsten Teleskopen kamen in die fähigen Hände der deutschen Astronomen Friedrich Wilhelm Bessel und Friedrich Georg Wilhelm Struve. Der mathematisch sehr begabte Bessel hatte eine lukrative Karriere aufgegeben, um seiner Leidenschaft für die Astronomie zu frönen. Als völliger Autodidakt erzielte er seinen Durchbruch in der astronomischen Szene mit einer prägnanten theoretischen Analyse der Umlaufbahn des Halleyschen Kometen.

Nachdem Bessel als schlecht bezahlter Assistent eines wohlhabenden Amateurastronomen seine Beobachterfähigkeiten unter Beweis gestellt hatte, ernannte ihn der preußische König mit 26 Jahren zum Direktor des nationalen Observatoriums in Königsberg. Das Fraunhofer-Fernrohr, das Bessel 1829 dort in Betrieb nahm, war – wie so viele von Fraunhofers Kreationen – wunderschön: Es glänzte kupferfarben und hatte einen Tubus mit Mahagonifurnier, polierte Knäufe und Zahnräder sowie eine äquatoriale Montierung aus graziös gespreizten Streben und starken Balken. Es war eine Art benutzbare Skulptur, stolz auf ihrem Sockel ausbalanciert. Fraunhofer selbst erlebte die Einweihung dieses Instruments nicht mehr – er starb 1826 im Alter von 39 Jahren an den Folgen einer Lungenentzündung –, hatte aber vorher noch seine Assistenten angewiesen, Bessels Wünsche exakt zu befolgen.

Struves Weg zu den Sternen war nicht weniger ereignisreich als der von Fraunhofer oder Bessel. Als Jugendlicher wurde er von Anwerbern für Napoleons Armee entführt, konnte ihnen jedoch durch einen Sprung aus dem zweiten Stockwerk entkommen. Struves Eltern schickten ihren Sohn auf die weit entfernte Universität in Dorpat, dem heutigen Tartu in Estland, wo er sicher war – und die Freuden der Astronomie entdeckte. Bereits mit 21 Jahren wurde er zum Chefastronomen der Universität Dorpat ernannt. 1824 überzeugte er die Universitätsleitung davon, einen 24-Zentimeter-Fraunhofer-Refraktor zu erwerben. Es war das größte Linsenfernrohr, das Fraunhofer jemals baute, und wurde später nur noch »Großer Refraktor« genannt. So begann Struves Karriere als Astronom, in deren Verlauf er es zum anerkannten Experten für Doppelsterne brachte.


JOHN G. WOLBACH LIBRARY

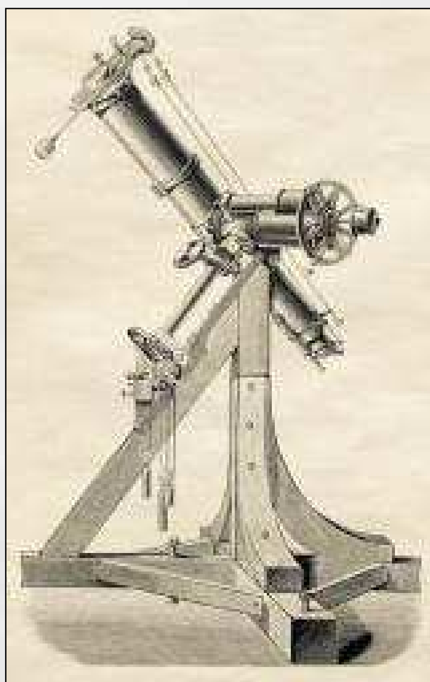
Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846) war der Erste, der eine parallaktische Sternverschiebung bestimmte.

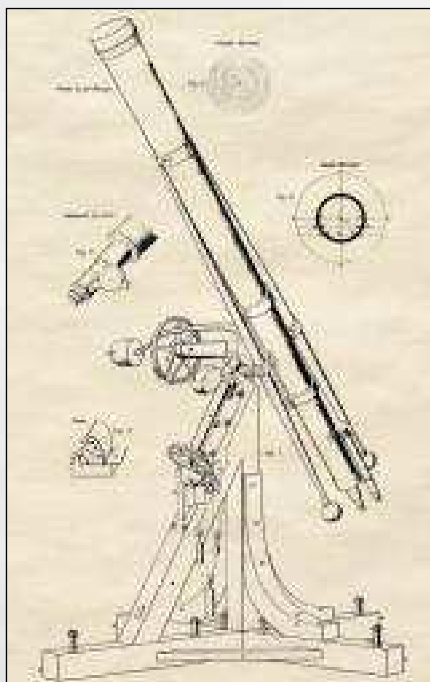
Das Rennen ist eröffnet

Im Jahre 1835 wandte sich Struve mit dem Großen Refraktor der hell leuchtenden Wega zu. Er hoffte, die Parallaxe dieses Sterns bestimmen zu können, indem er ihre Position in Bezug auf einen schwach leuchtenden Stern beobachtete. 1837 veröffentlichte er einen vorläufigen Wert, der auf nur 16 Messungen basierte: eine Parallaxe von einer achtel Bogensekunde. Dies entspricht einer Entfernung von 26 Lichtjahren.

Als Bessel davon erfuhr, änderte er seine bisherigen Pläne und richtete den Königsberger Refraktor auf 61 Cygni, einen Stern, der sich innerhalb eines Jahrhunderts zehn Bogenminuten weit bewegt hatte. Die augenscheinliche Schnelligkeit dieses so genannten fliegenden Sterns ließ vermuten, dass er nicht weit von der Erde entfernt war.

Unterdessen kämpfte der Schotte Thomas Henderson – nachdem er ein miserables Jahr in der Wildnis Südamerikas verbracht hatte – damit, dem Stern Alpha Centauri (α Cen) eine glaubhafte Parallaxe abzuringen. Dabei standen ihm jedoch lediglich Messdaten zur Verfügung,




BEIDE BILDER: JOHN G. WOLBACH LIBRARY

Das Teleskop, das Bessel für seine Beobachtungen nutzte, war von Fraunhofer gefertigt (ganz links). Aus dem gleichen Hause stammte auch der 24-Zentimeter-Refraktor, den Struve verwendete (links).

die er mit einem abgenutzten, ungenauen Teleskop gesammelt hatte.

Struves Parallaxenmessungen wurden zunächst durch einen Befehl des russischen Zaren unterbunden. Dieser bestand darauf, dass Struve ein neues Observatorium in Pulkovo nahe Sankt Petersburg gründete und ausstattete. Bessel hingegen arbeitete nahezu pausenlos. Bis Oktober 1838 hatte er bereits Hunderte von Positionsbestimmungen an 61 Cygni vorgenommen. Das Wackeln des Sterns war zwar nur schwach ausgeprägt, aber eindeutig: Während sich die Erde auf ihrer Umlaufbahn bewegte, schien 61 Cygni genau in die entgegengesetzte Richtung zu wandern. Bessel wusste: Er war am Ziel.

Die hohe Zahl und Präzision von Bessels Beobachtungen ließen wenig Zweifel unter den Astronomen aufkommen, dass die erste stellare Parallaxe tatsächlich gefunden war. 1842 erläuterte John Herschel, William Herschels Sohn, seine Ansicht vor der Royal Astronomical Society: »Die Ergebnisse liegen Ihnen vor. Ich wüsste nichts, was überzeugender sein könnte.« Ein schwacher Lichtschein nahe dem Flügel des Sternbilds Schwan war zum ersten Meilenstein im endlosen Universum geworden.

Der Parallaxenwinkel von 61 Cygni stellte sich als sehr klein heraus: etwa 0,314 Bogensekunden – das ist vergleichbar der Größe eines Moskauer Taxis, betrachtet von Madrid aus. Die errechnete Entfernung des Sterns belief sich damit auf etwa 99 Billionen Kilometer oder 10,3 Lichtjahre. Dieser recht große Wert war für die Astronomen nicht überraschend. Sie hatten erkannt, dass Sternparallaxen schon viel früher gemessen worden wären, wenn die Sterne relativ nahe an der Erde stünden. Dennoch rüttelte das Ergebnis die Fantasie auf und brachte Laien wie Wissenschaftler dazu, sich den Kopf zu zerbrechen in dem Versuch, die schiere Größe des Universums zu begreifen. Da 61 Cygni so weit weg war, entsprach seine augenscheinliche Bewegung am Himmel von 5,2 Bogensekunden pro Jahr einer tatsächlichen Geschwindigkeit von 275 000 Kilometern pro Stunde. Der fliegende Stern trägt seinen Namen also zu Recht.

Gerade zwei Monate nach Bessels triumphaler Nachricht veröffentlichte Henderson seine Parallaxenmessung von Alpha Centauri: etwas mehr als eine Bogensekunde. Dies kam einer Entfernung von weniger als 200 000 Astronomischen Einheiten gleich – ein Drittel des Abstands von 61 Cygni. Henderson hatte seine Messungen am Kap der Guten Hoffnung im Jahre 1833 gemacht, lange bevor Bessel überhaupt angefangen hatte. Allerdings schob er die zähe Arbeit der Datenanalyse lange vor sich her, weil er seinen eigenen Messungen nicht traute. Doch der Eindruck von Bessels Publikation ermutigte Henderson, auch seinerseits an die Öffentlichkeit zu gehen.

Ende 1839 veröffentlichte schließlich Struve eine Parallaxenmessung für Wega, den fünfthellsten Stern am Nachthimmel: etwa 0,261 Bogensekunden. Dies entspricht einer Entfernung von gut 800 000 Astronomischen Einheiten oder 12,5 Lichtjahren. Zwei Jahre vorher hatte Struve noch einen doppelt so hohen Wert ermittelt, was die gesamte Messung zweifelhaft erscheinen ließ.

Moderne Messungen untermauern Bessels Ruf als äußerst gewissenhafter Beobachter. Die wahre Parallaxe von 61 Cygni beträgt 0,287 Bogensekunden und weicht damit um weniger als zehn Prozent von dem Wert ab, den Bessel ermittelt hatte. Henderson und Struve lagen jedoch erheblich weiter daneben. Alpha Centauri ist etwa ein Viertel ferner als von Henderson gemessen und Wega fast doppelt so weit wie Struves zweite Abschätzung (aber nahe an seiner ersten!).

Am Ziel angekommen

Innerhalb eines Jahres hatten drei Astronomen die Ferne des Weltraums überwunden und drei Fähnchen in bislang nicht vermessene kosmische Gefilde gesteckt. Natürlich war dies ein bescheidener Anfang in einem endlos scheinenden Universum. Doch löste er bei den Astronomen das gleiche Gefühl aus, das andere Entdecker haben, wenn sie ihren Fuß auf ein lange ersehntes Ufer setzen. Dass es Jahrhunderte bis zur ersten Parallaxenmessung gedauert hatte, machte den Erfolg nur umso schöner. Mit den Worten von John Herschel: Es war »der größte und glorreichste Moment, den die praktische Astronomie je erlebt hat«.

Struve verließ Dorpat später, um Direktor des Observatoriums von Pulkovo zu werden. Er zeugte mit zwei Frauen 18 Kinder, aus denen eine ganze Dynastie von Astronomen hervorging. Henderson wurde 1834 – ein Jahr nachdem er Südafrika verlassen hatte – königlich-schottischer Hofastronom und Professor an der Universität von Edinburgh. In den folgenden zehn Jahren bestimmte er die Positionen von etwa 60 000 Sternen am Nordhimmel. Bessel blieb für den Rest seines Lebens in Königsberg; er schlug sogar ein Stellenangebot als Direktor des Berliner Observatoriums aus. Im Juni 1842 fuhr er nach England und erfüllte sich damit seinen langjährigen Traum, ins Ausland zu reisen. Dort traf er unter anderem auf Henderson, der später berichtete, die Zusammenkunft sei einer der Höhepunkte seines Lebens gewesen.



TARTU-OBERVATORIUM, ESTLAND

Friedrich Georg Wilhelm Struve (1793–1864) ermittelte die Parallaxe des Sterns Wega.

Heute sind Astronomen in der Lage, eine Million Sternparallaxen in der Zeit zu messen, die Bessel für eine einzige brauchte. Und dank des Satelliten Hipparcos, der auf die Bestimmung von Sternpositionen spezialisiert ist, sowie weiteren, die bis Ende dieses Jahrzehnts folgen sollen, lassen sich bald die Parallaxen von etwa einer Milliarde Sterne ermitteln, die bis zu 100 000 Lichtjahre entfernt sind.

Im Zeitalter der Computerbildschirme und Satelliten vergessen wir leicht, wie mühselig unsere Vorväter das Wissen ansammelten, das uns heute per Knopfdruck zur Verfügung steht. Ein weises chinesisches Sprichwort sagt: »Wenn du aus dem Brunnen trinkst, erinnere dich derer, die ihn gegraben haben.« <<

Alan W. Hirshfeld arbeitet als Astronom an der University of Massachusetts, USA. Zum Thema dieses Artikels erschien kürzlich sein Buch »Parallax«.

ZAUBERWELT IN DER KUPPEL

Planetarien von einst haben mit heutigen nur noch wenig gemein. Neue Multimedia-Technologien halten unaufhörlich Einzug.

>> Paul Deans und Andreas Scholl

Das Planetarium, wie wir es heute kennen, wurde vor etwa acht Jahrzehnten erfunden. Seine Wurzeln reichen aber mehrere Jahrtausende zurück. So erzählt man sich von dem griechischen Mathematiker Archimedes, dass dieser im 3. Jahrhundert v. Chr. eine Vorrichtung erfand, mit deren Hilfe sich die Bewegungen der Planeten, der Sonne und des Monds darstellen ließen. Leider ist uns die Funktionsweise dieses Geräts nicht überliefert.

Bei den Griechen und Römern waren Himmelsgloben weit verbreitet, auf deren Oberflächen die Sternbilder verkehrt herum aufgemalt oder eingraviert wurden. Um die Sternbilder so zu sehen, wie sie tatsächlich am Himmel erscheinen, hätte der Betrachter in diese Kugeln hineinkriechen müssen, um dann von dort nach außen zu blicken – was bei den antiken Himmelsgloben nicht möglich war. Doch im 17. Jahrhundert ersann der deutsche Gelehrte Adam Olearius eine Konstruktion, die eben dies erlaubte.

Sternhimmel im Kerzenschein

1664 bauten Kunsthandwerker nach Olearius' Vorgaben eine riesige Kugel aus Kupfer, Holz und Leinwand, den »Gottorper Globus«. Er hatte einen Durchmesser von stattlichen 3,1 Metern und wog dreieinhalb Tonnen. In seinem Innern befand sich eine runde Sitzbank mit Platz für zehn bis zwölf Personen. Die Sterne und Sternbilder waren auf die Innenseite der Kugel gemalt, Kerzen beleuchteten den Raum. Mittels einer Kurbel ließ sich der Globus in Bewegung versetzen, um die Drehung des Sternhimmels nachzuahmen.

Andere Konstrukteure versuchten sich in der Darstellung der Planetenbewegungen. Um 1705 vollendete George Graham aus London ein mechanisches Abbild des Systems Sonne-Erde-Mond. Wenig später wurden auch die mit bloßem Auge sichtbaren Planeten in dieses Gerät integriert – der Grund dafür, dass man die Konstruktion fortan als »Planetarium« bezeichnete.

Oskar von Miller, Gründer des Deutschen Museums in München, und Max Wolf, Direktor der Heidelberger Sternwarte, überlegten zu Beginn des 20. Jahrhunderts, wie sich die Bewegungen der Sterne und der Planeten noch besser darstellen ließen. Walter Bauersfeld von der Geschäftsleitung der Firma Carl Zeiss Jena sah die Lösung in der optischen Wiedergabe: »Die große Kugel wird festgelegt, ihre weiße Innenfläche soll als Projektionsfläche dienen für eine Vielzahl von kleinen Projektionsapparaten, die im Mittelpunkt angeordnet werden. Die gegenseitige Stellung und Bewegung >



MIT FRDL. GEN. DES AMNH / HAYDEN PLANETARIUM

Planetarien hatten einst nur den Zweck, das nächtliche Himmelszelt nachzuahmen. Heute bieten sie beeindruckende Multimediashows und lassen das Publikum die Wunder des Kosmos hautnah erleben.

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

der kleinen Bildwerfer soll durch passende Getriebe so gelenkt werden, dass die von den Projektionsapparaten auf der festen Halbkugelfläche erzeugten Bilder … uns die mit bloßem Auge sichtbaren Gestirne in Lage und Bewegung so darstellen, wie wir sie draußen in der Natur zu sehen gewohnt sind.«

Bauersfeld widmete sich dieser Idee mit großem Eifer. Es dauerte einige Jahre bis zu ihrer Umsetzung, doch schließlich war es so weit: Im Sommer 1923 hatte der erste Planetariumsprojektor – das Zeiss-Modell I – seine große Premiere.

Das Wunder aus Jena

Walter Villiger, Leiter der Astro-Abteilung bei Zeiss, erlebte diesen Augenblick so: »Auch die Nächstbeteiligten waren überrascht, als in Jena zum ersten Mal in einer auf einem der Fabrikdächer des Zeisswerkes aufgebauten Kuppel von 16 Meter Durchmesser das Firmament erstrahlte. Keine Beschreibung vermag den tiefen Eindruck wiederzugeben, den man in diesem Himmelsmodell empfindet.« Oskar von Miller konnte es in München kaum erwarten, das Zeiss-Modell I auszuprobieren. Am 21. Oktober 1923 schließlich, aus Anlass der Jahreshauptversammlung des Deutschen Museums, präsentierte Walter Bauersfeld das noch nicht ganz vollständige Gerät einem staunenden Publikum.

Die Nachricht vom »Wunder aus Jena« verbreitete sich wie ein Lauffeuer. Zunächst nur aus Deutschland, später aus aller Welt reisten Stadtoberhäupter nach München und Jena. So auch Oberjustizrat Rothe, Bürgermeister von Leipzig. Nach seiner Rückkehr fand er für das Gesehene nur ein Wort: »überwältigend«. Die Leipziger Stadtverordneten bewilligten bald darauf den Kauf und schickten nur einen Tag später die Bestellung nach Jena.

Dort war die Entwicklung unterdessen weiter vorangeschritten. Noch während der Produktion des Zeiss-Modell I hatte die Planung für eine zweite Modellreihe begonnen, die es ermöglichen sollte, den Sternenhimmel für alle möglichen Breitengrade auf der Erde darzustellen. Beim Zeiss-Modell I war das noch nicht möglich.

Wuppertal war die erste Stadt, die ein Zeiss-Modell II erhielt und damit das weltweit erste Großplanetarium ihr Eigen nennen durfte. Am 18. Mai 1926 fand in Barmen die Eröffnung statt, zwei Tage später dann in Leipzig. Am 23. Mai 1926 setzten die Düsseldorfer noch eins drauf, indem sie ein in Art und Größe einmaliges Planetarium einweihten: 29,8 Meter

Eine römische Statue aus dem Jahre 150 zeigt Atlas, der den Himmelsglobus trägt (links). Anfang des 18. Jahrhundert gab es bereits mechanische Sonne-Erde-Mond-Modelle; ein Uhrwerk ließ die Himmelskörper umeinander kreisen (rechts).



CARL ZEISS JENA

Im August 1923 erlebten die Besucher der 16-Meter-Kuppel auf dem Dach des Jenaer Zeisswerks (a) zum ersten Mal einen künstlichen Sternhimmel. Das nächtliche Firmament wurde vom »Wunder aus Jena« erzeugt – jenem legendären Planetariumsprojektor Zeiss-Modell I (b). Er projizierte etwa 4500 Sterne, aber nur für den Himmel des 48. nördlichen Breitengrades. Sein Nachfolger, das Zeiss-Modell II (c), war bereits so vielseitig, dass alle folgenden Projektorgenerationen darauf aufbauten.



ANDREAS SCHOLL


H.R. MACMILLAN SPACE CENTRE

betrug der Durchmesser der Kuppel, die sich um vier Meter anheben ließ und auf diese Weise zum Konzertsaal für bis zu 1000 Personen wurde. Es folgten Jena, Dresden, Berlin, Mannheim, Nürnberg, Wien als erste Stadt außerhalb Deutschlands sowie Liegnitz, das heutige Legnica in Polen.

Eine Krise setzt ein …

Auch Hannover, Stuttgart, Rom, Moskau und Hamburg schlossen sich dem Reigen an. Im Jahre 1930 schließlich funkelte der künstliche Sternhimmel – mit der Eröffnung des Adler Planetariums in Chicago – zum ersten Mal in Übersee.

Indes, nach der anfänglichen Begeisterung über das »Wunder aus Jena« nahm das Interesse in der Bevölkerung rasch ab. Zahlreiche deutsche Sterntheater klagten bereits nach wenigen Jahren über ausbleibende Besucher. So wurden im Dresdener Planetarium ab 1930 fast nur noch Filme gezeigt; zeitweise diente es einfach als Lagerraum. Der Direktor der Nürnberger Kuppel sprach sich Ende 1933 sogar dafür aus, »das Planetarium sofort und ganz zu schließen und die … Arbeitskräfte nutzbringenderer Tätigkeit zuzuführen.« Wenige Monate später wurde es abgerissen.

Und dann kam der Zweite Weltkrieg – mit schlimmen Folgen auch für die deutschen Sterntheater. In der Nacht vom 3. auf den 4. Dezember 1943 zum Beispiel suchten britische Luftangriffe Leipzig heim – und besiegelten das Ende des Planetariums am Leipziger Zoo. Ähnlich erging es den Planetarien in Wuppertal, Berlin, Mannheim, Stuttgart oder Hannover: Ihnen allen wurde der Krieg zum Verhängnis. Lediglich die Kuppeln in Jena und Hamburg blieben weit gehend unbeschadet.

Nach dem Krieg wurde das Zeisswerk durch die Besatzungsmächte geteilt. Fortan sollte die Produktion nicht mehr nur in Jena, sondern auch in Oberkochen stattfinden. Dies hatte zur Folge, dass man beide Standorte praktisch neu aufbauen musste. Die ersten Nachkriegsplanetarien wurden in den 1950er Jahren ausgeliefert. Sie basierten auf dem Zeiss-Modell II.

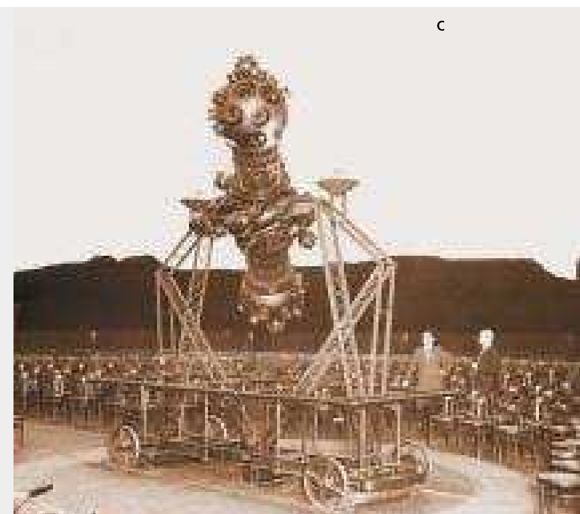
Bei Projektoren von Groß- und Mittelplanetarien hat sich mittlerweile die Form des Starballs (links) durchgesetzt, nachdem lange Zeit die Hantelform üblich war (rechts).

… doch nur vorübergehend

Der Beginn des Raumfahrtzeitalters löste mit dem Start des ersten künstlichen Satelliten Sputnik einen regelrechten Weltraumboom aus, dem sich auch die beiden Teile Deutschlands nicht entziehen konnten. In Hamburg und München ersetzte man die alten Planetariumsprojektoren durch moderne Geräte. Nürnberg, Bochum und Berlin legten sich neue >


b

CARL ZEISS JENA


c

ZEISS PLANETARIUM JENA



Das Herzstück des Hamburger Planetariums, eines der modernsten weltweit, ist der Zeiss-Projektor Modell IX Universarium.

ANDREAS SCHOLL

> Sterntheater zu. Zahlreiche Schulen wurden mit Kleinplanetarien ausgestattet, deren Prototypen noch aus dem Zweiten Weltkrieg stammten: Die deutsche Luftwaffe hatte sie zu jener Zeit für die Fliegerausbildung genutzt.

Die erste Laseranlage in L.A.

Auch andere Firmen hatten zwischenzeitlich erfolgreich begonnen, Planetarien zu bauen. Vor allem in Amerika und Japan gingen die ortsansässigen Firmen Spitz (USA), Goto und Minolta (beide Japan) in die Offensive. Doch trotz ihres Heimvorteils konnten sie die deutschen Projektoren nicht ganz von den dortigen Märkten verdrängen.

Unterdessen begann sich das Planetarium allmählich zu wandeln. Neben dem Sternprojektor wurden zusätzliche Geräte installiert. Spezialprojektoren konnten Effekte wie Sternschnuppen oder Polarlichter darstellen. Diaprojektoren wurden in Gruppen eingesetzt, um Panoramen oder kuppelfüllende Bilder, so genannte Allskies, zu erzeugen. Tonbänder ersetzten das live gesprochene Wort, und die manuelle Steuerung musste der automatischen weichen. Schließlich hielten auch bewegte Bilder Einzug in Planetariumskuppeln. Kurz: Aus Vorträgen wurden Shows.

1973 installierte man in Los Angeles erstmals eine Laseranlage in ein Planetarium. Im selben Jahr wurde das Sterntheater in San Diego mit dem Großformatfilmsystem Omnimax ausgestattet. 1983 schließlich läutete der Digistar-1-Projektor der amerikanischen Firma Evans & Sutherland das Zeitalter des digitalen Planetariums ein. Dank einer Fischaugenlinse konnte er einen computergenerierten Sternhimmel an die Kuppel projizieren. Eine Revolution: Nunmehr war es möglich, virtuell zu einem anderen Stern zu fliegen und von dort aus den Nachthimmel zu betrachten. Kritiker bemängelten allerdings die Qualität der künstlichen Sterne, die damals eher dicken Klecksen ähnelten.

Der nächste logische Schritt war das so genannte Alldome-Video, eine Technik, bei der man – ähnlich wie bei Dia-Allskies – mehrere Videobeamer zusammenschaltet, um kuppelfüllende Videoanimationen zu ermöglichen. Viele Grenzen konventioneller Planetariumstechnik wurden damit überwunden. Wie in etlichen anderen Bereichen war Amerika hier Vorreiter, doch mit einigen Jahren Verzögerung erfassten all diese technischen Neuerungen auch Europa.



ANDREAS SCHOLL

400 Besucher fasste 1926 die 23-Meter-Kuppel des heute weltweit ältesten Sternkinos: das Zeiss-Planetarium der Abbe-Stiftung in Jena.



ALEXANDER ARAPANTONIS / SKY-SKAN INC.

Alldome-Systeme haben meist sechs Videoprojektoren: Fünf produzieren ein bewegtes Rundum-Panorama, der sechste das Zenitbild.

Ein Meilenstein wurde mit dem neuen Hayden Planetarium in New York gesetzt. Dort hatte man bereits 1935 ein Planetarium errichtet. Ende der 1990er Jahre rissen die New Yorker es jedoch ab und ersetzten es durch ein neues Sterntheater, das auf Grund seiner außergewöhnlichen Architektur und seiner technischen Ausstattung die Herzen von Planetariumsfreunden auch heute noch höher schlagen lässt.

Eine riesige weiße Kugel, in der die Planetariumskuppel untergebracht ist, scheint in einem gläsernen Würfel zu schweben. Die 9000 Sterne des Zeiss-Projektors Modell IX Universarium strahlen in nie zuvor gekannter Brillanz. Ein Onyx2-Supercomputer von Silicon Graphics generiert kuppelfüllende Szenarien. Komplettiert wird das Hightech-Planetarium von einer Laseranlage.

Im deutschsprachigen Raum wagte erstmals 2001 ein Planetarium die Umstellung auf ein Alldome-Videosystem. »Wir stellten fest, dass die Tage der Diaprojektion gezählt waren«, sagt Daniel Schlup, Direktor des Planetariums im Verkehrshaus der Schweiz in Luzern. Der Einbau des Systems SkyVision der amerikanischen Firma Sky-Skan machte fast alle der rund 200 Dia- und Spezialprojektoren überflüssig. Der über 30 Jahre alte Zeiss-Projektor wurde jedoch nicht ausgetauscht, denn er ist Schlup zufolge »das Erkennungsmerkmal des Planetariums« und funktioniert nach wie vor tadellos.

Das Planetarium in Luzern erlaubt jedoch nur das Abspielen fertig produzierter Shows, ist also ein reines Play-back-System. Die Zukunft gehört den so genannten Realtime-Systemen: In Echtzeit und mit Hilfe eines Joysticks kann man darin das Universum bereisen und zum Beispiel – salopp formuliert – ganz spontan beim Saturn links abbiegen.

Echtzeit auch in Deutschland

Seit Herbst 2003 sind Realtime-Systeme auch hier zu Lande Wirklichkeit. Die ersten Planetarien, die mit dem Echtzeit-System Digistar 3 von Evans & Sutherland ausgestattet wurden, waren der Mediendom der Fachhochschule Kiel und das Planetarium Hamburg. Eduard Thomas, Leiter des Mediendoms, schwärmt: »Wir haben eine neue Dimension wirklichkeitsnaher Simulation erreicht. Der Kosmos wird begehbar – das fliegende Klassenzimmer wird real!« Kuppelfüllende Inszenierungen bieten völlig neue Möglichkeiten und erzeugen tiefe emotionale Erlebnisse bei den Besuchern.

Die Arbeitsgruppen des Mediendoms und des Hamburger Planetariums kooperieren eng miteinander und haben schon mehrere Shows gemeinsam produziert. Sie profitieren von einem der größten Vorteile der Alldome-Systeme: Dem problemlosen Austausch von Shows, die außerhalb der Kuppel am Bildschirm produziert werden können.

Neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Aufnahmen, etwa der Marssonden, lassen sich blitzschnell in eine Veranstaltung einbinden. Doch auch ganz banale Argumente sprechen für Alldome-Videos: Das lästige Rahmen und ständige Putzen von Dias entfällt.

Was sagen die Besucher zu den neuen technischen Errungenschaften? »Sie wollen in erster Linie gute Programme sehen«, meint Daniel Schlup. Dass die Bilder jetzt animiert sind, sei für die Besu- >



CARL ZEISS JENA

Nett anzuschauen Der All Dome Laser Image Projector (Adlip) von Carl Zeiss erzeugt kuppelfüllende, bewegte Bilder.

Auch Schauspieler bereichern Astroshows – etwa Rudi Herget, der in zahlreichen Planetarien auftritt.


PLANETARIUM NÜRNBERG

> cher erfreulich, aber nicht überwältigend. »Die Besucher haben bewegte Bilder eigentlich schon lange erwartet.«

Ein besonders hochwertiges System für die Darstellung von kuppelfüllenden, bewegten Bildern ist der All Dome Laser Image Projector (Adlip) von Carl Zeiss. Die patentierte Laser-Display-Technologie ermöglicht Projektionen in bislang unerreichter Qualität. Das Ergebnis sind kontrastreiche, helle und brillante Bilder in satten Farben. Doch obwohl Adlip eine wesentlich bessere Bildqualität liefert als konventionelle Videoprojektoren, ist der damit erzeugte Sternhimmel nicht mit dem eines optomechanischen Projektors vergleichbar. »Gemessen an unseren Projektionsplanetarien wird mit Adlip derzeit ein Stand erreicht, der jenem von 1930 vergleichbar ist«, erklärt Wilfried Lang, Leiter des Geschäftsfelds Planetarien bei Carl Zeiss in Jena. »Damit kann man keinen natürlichen Eindruck erzielen.« Die klassischen Projektionsplanetarien sind also nach wie vor unerlässlich.

Kugel statt Hantel

Die Zeiss-Projektoren der neuesten Generation haben mit den Geräten der Anfangszeit nur noch wenig gemein. Die hantelförmigen Projektionsgeräte, die bei Groß- und Mittelplanetarien lange Zeit typisch waren, wurden vom so genannten Starball, einer einzigen großen Kugel, abgelöst. Glasfasern erzeugen den Sternhimmel und erreichen eine so hohe Qualität, dass eine Verbesserung kaum noch möglich ist. Auch die Kleinplanetarien von Zeiss werden in der nächsten Generation (ZKP 4) einen Glasfaserhimmel vorweisen, im Gegensatz zu ihren »größeren Brüdern« aber noch immer die Form einer Hantel haben.

Die ideale Lösung für das Planetarium der Zukunft ist die Verbindung aus beiden Systemen: Der Sternprojektor für den Sternhimmel, das Alldome-System für die zusätzlichen Bildinhalte. Dieser Trend wird nicht nur die großen Planetarien erfassen, auch kleinere profitieren vom digitalen Wandel. So entwickelt Carl Zeiss parallel zum ZKP 4 bereits neuartige Kleinplanetarien, die einen Starball in Verbindung mit einem Alldome-System aufweisen.

Wohin die Entwicklung des Planetariums geht, ist natürlich schwer vorherzusagen. Doch sei hier eine optimistische Prognose erlaubt: Es hat Zukunft. Die neuen Technologien lassen sich nicht aufhalten und verbreiten sich immer weiter. Doch letztlich ist unerheblich, mit welcher Technik Planetarien ausgestattet sind, ob sie sich auf dem 23. Stock eines Hochhauses (wie im japanischen Koriyama) oder auf einem Kreuzfahrtschiff der Luxusklasse (wie der Queen Mary II) befinden. Alle Planetarien haben etwas gemeinsam, das sie einzigartig macht. Sie erzählen das spannendste Abenteuer, das wir kennen – nämlich die Geschichte der Welt selbst. Es ist ihre Aufgabe, diese Geschichte in die Herzen der Menschen zu tragen. <<

Das Planetarium für unterwegs

Im Jahre 1977 hatte der Lehrer Philip Sadler aus Lincoln (Massachusetts, USA) eine einfach scheinende, aber äußerst profitable Idee. Er konstruierte einen kleinen transportfähigen Projektor, der Bilder auf die Innenseite einer aufblasbaren Kuppel projizieren konnte. Das Mobilplanetarium war geboren.

Die Nachfrage war so riesig, dass Sadler seinen Lehrerberuf aufgab, die Firma Learning Technologies Inc. gründete und seine Entwicklung fortan unter dem Namen »Starlab« vertrieb.

Heute befinden sich weltweit einige hundert Mobilplanetarien im Einsatz. Sie werden gern von Schulen für Lehrveranstaltungen genutzt, aber auch von Einkaufszentren oder Firmen zu Unterhaltungszwecken gebucht. Auch auf den Straßen Europas sind zahlreiche transportable Sterntheater unterwegs. Im deutschsprachigen Raum gibt es lediglich eine Hand voll von ihnen, in anderen Ländern, zum Beispiel Frankreich, finden sich jedoch Dutzende.

Neben dem Starlab-Original haben noch andere Typen mobiler Planetarien am internationalen Markt Fuß gefasst, die sich in ihrer Funktionsweise zum Teil erheblich unterscheiden. Beispiele sind das »Cosmodyssée« der französischen Firma RSA Cosmos sowie das »EX-3« und dessen Nachfolger »NEX« der japanischen Firma Goto.


LEARNING TECHNOLOGIES INC.

Da braucht man Puste Aufblasbare, transportable Sterntheater erfreuen sich größter Beliebtheit.

Paul Deans, Jahrbuch- und Sternhimmel-Redakteur bei S&T, produzierte fast dreißig Jahre lang Astronomieshows in verschiedenen kanadischen Planetarien.
Andreas Scholl ist technischer Leiter im Zeiss-Planetarium Schwaz (Tirol/Österreich) und Webmaster der Seite www.planetarium-online.info, siehe »Astronomie Online«, S. 74.



Sterninseln in den Fischen

Die Spiralgalaxien M 31 und M 33 **dominieren die Deep-Sky-Beobachtungen im Herbst und sind sogar mit bloßem Auge sichtbar. Die NGC 507-Gruppe befindet sich im gelb umrahmten Gebiet.**

Wenn Sie in kosmischer Tiefe nach Galaxien suchen, werden Sie am nordwestlichen Rand des Sternbilds Fische fündig.

>> Ken Hewitt-White

Etwa drei Grad südöstlich von Mirach (Beta Andromedae, β And), einem Stern zweiter Größe im Sternbild Andromeda an der Grenze zum Sternbild Fische (»Pisces«), liegt ein kleiner silbrig schimmernder Schwarm von Galaxien, der auch als NGC 507-Gruppe bekannt ist. Sie finden ihn ungefähr auf halbem Weg zwischen dem Stern und der Spiralgalaxie M 33. Diese Galaxiengruppe repräsentiert einen Knoten im Perseus-Pisces-Superhaufen, der sich am Himmel über eine Länge von vierzig Grad erstreckt und ungefähr 250 bis 300 Millionen Lichtjahre entfernt ist.

Um die Gruppe aufzuspüren, benötigen Sie eine gute Sternkarte. Im Millenium Star Atlas auf Karte 125 sind 17 Galaxien eingezeichnet. Noch mehr Galaxien finden Sie auf Karte 62 der Neuauflage der Uranometria 2000.0. Im Anhang dieses Sternatlasses auf Karte A7 ist das Gebiet sogar vergrößert dargestellt. Auch im Internet finden Sie passende Karten. Für mein NGC 507-Projekt habe ich Bilder von der Website des Digitized Sky Survey (http://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss_form) ausgedruckt und zu einem Mosaik der Zentralregion der Galaxiengruppe zusammengesetzt.

Vom Bogen zum Ring

Indem ich die Ausdrucke und Atlanten gleichzeitig benutzte, konnte ich insgesamt 32 Galaxien in einem Gebiet von einem mal anderthalb Grad ausfindig machen. Dazu verwendete ich mein 17,5-Zoll-Dobson-Teleskop (45 Zentimeter) und 200- bis 300fache Vergrößerungen.

Die NGC 507-Gruppe drängt sich um einen schönen Doppelstern. Er besteht aus dem orangefarbenen SAO 54647 mit 7,6ter Größe und einem nur 42 Bogensekunden entfernten blau-weißen Begleiter 10,6ter Größe im Nordosten. Die Galaxien entdeckte ich erstmals mit 220facher Vergrößerung. Die hellsten Mitglieder der Gruppe, NGC 494, 504, 507, 499 und 495, bildeten eine nach Westen offene Sichel mit einem Durchmesser von zwanzig Bogenminuten, die um den Doppelstern zentriert ist. Als ich das Teleskop leicht nach Westen drehte, um auch schwächere Galaxien mit ins Blickfeld zu bekommen, wurde daraus ein unregelmäßiger, das Sternpaar umschließender Reif.

Den Namen hat die Gruppe von NGC 507, einer Galaxie 11,2ter Größe, die sich sechs Bogenminuten ostsüdöstlich des Doppelsterns befindet. Sie zeichnet sich durch einen hellen dichten Kern und einen diffusen Halo mit einem Durchmesser von zwei Bogenminuten aus.

Die etwa zehn Bogenminuten nördlich des Doppelsterns liegende Galaxie NGC 499 macht NGC 507 ernsthaft Kon-

kurrenz. Zwar scheint sie auf den Karten nur eine unter vielen zu sein, doch im Okular ist sie mit 12,1ter Größe nur wenig kleiner und schwächer als NGC 507. Diese beiden Galaxien teilen das Konglomerat von Sterninseln in zwei Untergruppen ein.

Beginnen wir unsere Suche nach weiteren Galaxien bei NGC 507. Die kleine, nur 1,5 Bogenminuten nördlich liegende NGC 508 können Sie nicht verfehlen, da sich die Halos beider Galaxien fast berühren. Knapp vier Bogenminuten nordöstlich dieses Paares finden Sie die sehr kleine, schwache Galaxie PGC 5129.

Galaxien um NGC 507

Ungefähr 1,5 Bogenminuten ostsüdöstlich des Doppelsterns liegt IC 1687, die trotz des hellen Sternpaares bei hohen Vergrößerungen sichtbar wird. Im Vergleich dazu ist NGC 503, die sich vier Bogenminuten nordöstlich der beiden Sterne befindet, auffälliger. Drei Bogenminuten südwestlich von NGC 507 kommen wir zu NGC 504, die wir fast genau von der Seite sehen. Die große, lang gestreckte Galaxie NGC 494 liegt etwa sieben Bogenminuten westlich davon. Sie ist zirka zwei Bogenminuten lang und ungefähr halb so breit. Mit 12,9ter Größe ist sie das dritthellste Mitglied der Gruppe. So wie NGC 499 erscheint auch NGC 494 im Okular größer, als man es vom Symbol auf der Karte erwarten würde. Direkt im Osten von NGC 494 befindet sich IC 1685, die einem Stern sehr ähnlich sieht.

Einige kleinere Galaxien liegen westlich von NGC 494 verstreut. Darunter ist ein Paar, das weniger als fünf Bogenminuten auseinander steht: IC 1682 ist winzig, befindet sich aber glücklicherweise nordöstlich eines Sterns 8,8ter Größe, während IC 1680 nördlich eines Sterns 9,8ter Größe steht.

Versuchen Sie sich an der klitzekleinen Galaxie PGC 4883 knapp zwölf Bogenminuten nordwestlich des Galaxienpaares. In etwa der gleichen Entfernung südlich dieses Ausläufers finden Sie PGC 4910, IC 1673 und IC 1677. Diese zu einem Dreieck angeordneten Galaxien markieren schemenhaft die südwestliche Ecke der Gruppe.

NGC 499 dominiert die zweite Untergruppe. Sie liegt am südlichen Ende einer vier Bogenminuten langen Kette aus drei Galaxien. Das nördliche Ende wird von NGC 496 markiert, die wesentlich schwächer ist als NGC 499. Dazwischen befindet sich NGC 498. Sie gleicht einem Stern und ist schwierig zu beobachten. Sehr einfach lässt sich dagegen NGC 495 nur drei Grad westlich von NGC 499 auffinden. Um eine nicht katalogisierte Galaxie zu erkennen, die nur halb so groß wie NGC 495 ist und zirka drei Bogenminuten südlich von dieser steht, benötigen Sie vermutlich mehr als 200fache Vergrößerung. Eine ähnliche Herausforderung stellt NGC 501 dar, die drei Bogenminuten ostsüdöstlich von NGC 499 liegt.

Schwenken Sie nun von NGC 499 ungefähr 15 Bogenminuten nach Westen, vorbei an zwei Sternen 10,3ter und 10,9ter Größe. Dort finden Sie NGC 483. Sie bildet mit den beiden schwächeren Galaxien IC 1679 und PGC 4936 ein lang gezogenes Dreieck, dessen längste Ausdehnung fast sieben Bogenminuten beträgt. Wenn Sie von NGC 499 ausgehend 18 Bogenminuten nach Osten driften, entdecken Sie NGC 515 und 517. Beide Galaxien sind einfach zu finden. Zwölf Bogenminuten südlich von NGC 517 gelangen Sie zur kleinen IC 1692. Etwa dreißig Bogenminuten nördlich von NGC 517 erreichen Sie das Gebiet, in dem sich NGC 512, 513, 523 und 528 befinden. Diese Galaxien scheinen zu weit entfernt, um Mitglieder der NGC 507-Gruppe zu sein. Doch wenn man schon in der Gegend ist, sind sie einfach zu finden.

Über die Gruppe hinaus

Wenn Sie mit der gesamten Gruppe gut vertraut sind, probieren Sie auch mal geringere Vergrößerungen aus. Bei 118facher Vergrößerung konnte ich zehn der NGC-Galaxien rund um SAO 54647 in einem Gesichtsfeld unterbringen. Die sechs hellsten waren sogar bei 62facher Vergrößerung zu erkennen.

Wenn Sie mit Ihrem Teleskop weiter durch diese Himmelsgegend schweifen, werden Sie noch viele andere Galaxien entdecken. Wo der Perseus-Pisces-Superhaufen wirklich endet und welche Galaxien nicht mehr dazugehören, ist manchmal nur schwer zu sagen. <<

Ken Hewitt-White besitzt zwar Software, um Sternkarten zu drucken. Das Zusammenkleben kleiner Papierstücke liebt er jedoch seit der Grundschule.



Die NGC 507-Gruppe ist eine Verdichtung im vierzig Grad langen Perseus-Pisces-Superhaufen.

Jubiläum einer Sternexplosion

Supernovae sind am Nachthimmel nur selten zu sehen. Doch ihr Erscheinen kann niemand vorhersagen: Schon morgen könnte die nächste auftauchen.

>> Christian Wolter

Es war am Abend des 11. November 1572. Der dänische Astronom Tycho Brahe befand sich gerade auf dem Heimweg, als sein Blick auf Kassiopeia fiel – jenes seiner Form wegen als »Himmels-W« bezeichnete Sternbild, das hier zu Lande an klaren Herbstabenden hoch oben am Firmament steht. Brahe kannte jeden Stern am Nachthimmel, daher fiel ihm sofort auf, dass mit der Kassiopeia etwas nicht stimmte. Nahe bei ihr befand sich ein Himmelsobjekt so strahlend hell wie Jupiter, das dort eindeutig nichts zu suchen hatte.

Wenige Tage später erlangte der neue weiß leuchtende Stern gar die Helligkeit der Venus. Zwei Wochen war er bei tief stehender Sonne auch tagsüber sichtbar und sorgte bei Bauern wie Adligen für Gesprächsstoff. Ende November wurde der Lichtpunkt schwächer und änderte seine Farbe von Weiß über Gelb nach Orange. Im März 1574 sah man ihn zum letzten Mal – da war er aber nur noch ein schwaches rotes Fünkchen.

Tycho Brahe, zu dessen Zeit das Teleskop noch nicht erfunden war, besaß die besten Instrumente zur Winkelmessung, die es damals gab. Untersuchungen mit seinem Sextanten überzeugten ihn davon, dass das neue Objekt ein Fixstern in riesiger Entfernung sein müsse.

Kosmische Urgewalt

Dies stellte aber einen Widerspruch zur kirchlich akzeptierten Lehre des Aristoteles dar, nach der der Sternhimmel fix und unveränderlich ist. Heute wissen wir, dass Brahe eine Sternexplosion, eine Supernova beobachtet hatte – eines der gewaltigsten Ereignisse im Universum.

Unsere Heimatgalaxie, die Milchstraße, ist so ungeheuerlich groß, dass ein Lichtstrahl etwa 100000 Jahre benötigt, um sie zu durcheilen. Da sie über 200 Milliarden Sterne enthält, kommen Sternexplosionen in ihr relativ häufig vor, nämlich etwa alle dreißig Jahre. Der größte Teil dieser kosmischen Bomben wird jedoch von interstellaren Staubwolken verdeckt, sodass nur alle zwei- bis dreihundert Jahre eine Supernova sichtbar am irdischen Himmel aufflackert.

Wäre Tycho Brahe nur drei Jahre älter geworden – er starb mit 55 nach einem opulenten Festessen – dann hätte er möglicherweise sogar eine zweite Supernova zu Gesicht bekommen, jene nämlich, die im Oktober 1604 im Sternbild Schlangenträger (»Ophiuchus«) erschien. So aber blieb der Anblick des extrem seltenen

Johannes Kepler (1571–1630) entdeckte 1604 eine Supernova im Sternbild Schlangenträger. Er hielt das Ereignis in dem Werk »De stella nova« (rechts) fest.

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.



Die Milchstraße **zwischen den Sternbildern Schwan und Skorpion. Im Schlangenträger glüht der Überrest der Keplerschen Supernova.**

Phänomens seinem Schüler Johannes Kepler vorbehalten, der nach Brahes Tod von Kaiser Rudolph I. zu dessen Nachfolger berufen worden war. Kepler, diesem genialen schwäbischen Astronomen, war es bestimmt, das Werk Brahes zu vollenden. Aus den genauen Positionsmessungen des Mars, die dieser hinterlassen hatte, konnte Kepler nach jahrelangen Berechnungen seine berühmten Planetengesetze ableiten.

De stella nova

Johannes Kepler sah die rötlich funkelnde Supernova am 17. Oktober 1604 und widmete sich sofort ihrer intensiven Untersuchung. Schnell erkannte der Astronom, dass das Phänomen mit Tychos »Stern« von 1572 verwandt sein müsse. In einem ersten Bericht von 1604 hielt Kepler fest, dass das neue Himmelsobjekt »… am eussersten Himmel und Firmament under andere fix Sterne angehefftet, und kein wegs wie andere Cometen zwischen den Planeten nidriger viel weniger under dem Mond oder in dem Element des Luffts zusuchen seye«.

Anfänglich war die Supernova von 1604 so hell wie der Mars, nahm dann an Leuchtstärke stetig zu und übertraf schließlich für einige Tage sogar den Glanz Jupiters. Auch dann noch, als sie im Laufe des Monats November allmählich aus dem sichtbaren Teil des Abendhimmels wanderte, war ihre Helligkeit der des Jupiters vergleichbar.

Als die Supernova im Januar 1605 wieder ins Blickfeld rückte – diesmal am Morgenhimmel – beschrieb sie Kepler als immer noch heller denn Antares, den Hauptstern im Skorpion. Ganze 18 Monate lang, bis zum März 1606 nämlich, war die Sternexplosion mit bloßem Auge sichtbar. 1606 fasste Kepler alle Beobachtungen zu dem Phänomen in seinem Werk »De stella nova« zusammen.

Für einen Zeitraum von einigen Wochen kann eine Supernova heller strahlen als alle Sterne der sie beherbergenden Galaxie. In einer einzigen Sekunde verpulvert solch eine kosmische Blendgranate so viel Energie wie unsere Sonne in ganzen drei Jahren. Befände sich eine Supernova in einer Entfernung von »nur« wenigen Lichtjahren von der Erde entfernt, dann würde ihre Strahlung die Erdatmosphäre enorm aufheizen und >

Tychos Supernova **schmückt – in diesem Bild aus Johannes Hevelius' »Firmamentum sobiescianum« – den Thron der Kassiopeia (Pfeil).**

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

> alles höhere Leben auf der Erde auslöschen. Für einige Wochen bis Monate stünde ein Punkt am Himmel, so gleißend hell wie die Sonne. Ob oder wie häufig dies in der Erdgeschichte schon vorkam, wissen wir nicht.

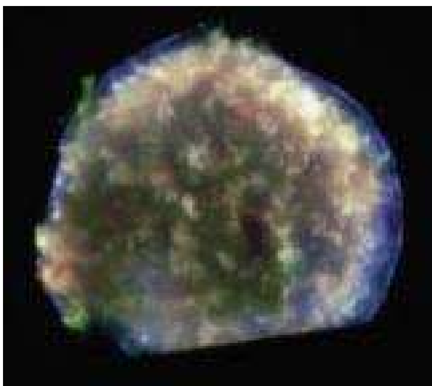
Die Entdeckung von Supernovae in fernen Galaxien gehört mittlerweile zum astronomischen Alltag; rund tausend wurden bislang registriert. Schlagzeilen machte besonders jene Sternexplosion, die am 23. Februar 1987 in der Großen Magellanschen Wolke erschien, einer Zwerggalaxie, die die Milchstraße umkreist. In genügend weit südlich gelegenen Ländern konnte man das Phänomen sogar mit bloßem Auge sehen.

Wenn der Ofen ausgeht

Sterne gewinnen ihre Energie durch die Verschmelzung leichter Wasserstoff- oder Heliumkerne zu schwereren Elementen. Der Kohlenstoff in unseren Körpern stammt auch aus solchen stellaren Fusionsprozessen. Gewissermaßen bestehen wir also aus »Sternasche«.

Doch die Fackel brennt nicht beliebig lange. Ist der stellare Brennstoff erst vollständig zu Eisenkernen fusioniert, dann kommt die Kernverschmelzung zum Erliegen – im Sternzentrum geht »der Ofen aus«. Dadurch lässt der Lichtdruck von innen nach, und die Schwerkraft gewinnt die Oberhand. Der Kern stürzt zusammen, wobei er sich auf viele Milliarden Grad erhitzt. Sofern vorhanden, werden dabei auch die äußeren Schichten, die ja noch viel nuklearen Brennstoff enthalten, nach innen gerissen. Doch schon bald kehrt sich die Implosion in eine ungeheure Explosion um: Mit Geschwindigkeiten von mehr als 5000 Kilometern pro Sekunde rasen die Überreste des Sterns ins All – die Supernova hat gezündet.

Das Überbleibsel **jener Supernova, die Tycho Brahe 1572 am Nachthimmel erspähte, sieht heute aus wie eine leere Hülle oder Blase.**



NASA / CXC

Astronomen unterscheiden mehrere Typen von Supernovae (siehe AH September/Oktober 2003, S. 29). Typ Ia bezeichnet solche, die sich zwischen eng umeinander kreisenden Doppelsternen abspielen. Der Abstand zwischen den beiden Sternen ist dabei so klein, dass ständig Gas vom einen zum anderen strömt. Schließlich hat einer der Partner so viel Materie geschluckt, dass er instabil wird und in einem gewaltigen nuklearen Blitz zerbirst. Für einige Tage strahlt er mit der Kraft von 500 Millionen Sonnen. 1943 gelang es dem Astronomen Walter Baade, den Überrest der Keplerschen Supernova als winziges Lichtpünktchen in gut 15000 Lichtjahren Entfernung aufzuspüren; höchstwahrscheinlich war sie vom Typ Ia.

Durch die extrem energiereiche Strahlung und die enormen Temperaturen können im Explosionsblitz einer Supernova auch Atomkerne entstehen, die schwerer sind als Eisen. Alle in der Natur vorkommenden radioaktiven Elemente wurden auf diese Weise erschaffen.

Supernovaexplosionen reichern den interstellaren Raum mit Elementen an, die schwerer als Wasserstoff und Helium sind. So war die Materie jenes Urnebels, aus dem sich vor über fünf Milliarden Jahren unser Planetensystem formte, bereits einmal Bestandteil eines Sterns gewesen, der als Supernova zerstob. Beruhigend übrigens: Unsere Sonne wird wohl nie in einer Supernova enden – dazu hat sie zu wenig Masse.

Die Keplersche Supernova vor genau 400 Jahren ist bis heute die letzte geblieben, die wir in unserer Milchstraße beobachten konnten. Man darf annehmen, dass in den letzten Jahrhunderten und Jahrtausenden mehrere Supernovae stattfanden, deren Lichtblitze nun auf der Reise zur Erde sind. Wird irgendwann wieder eine Sternexplosion am Himmel zu sehen sein? Mit Sicherheit. Seien Sie also wachsam … <<

Christian Wolter entwickelt am MPI für Metallforschung in Stuttgart ein neuartiges Röntgenmikroskop. Seit seiner Jugend ist er begeisteter Amateurastronom und Sonnenfinsternisjäger.

NORD
NORDOST
OST
SÜDOST
SÜD

GROSSER BÄR
KLEINER BÄR
KLEINER LÖWE
DRACHE
HERKULES
KREBS
LUCHS
GIRAFFE
KEPHEUS
KASSIOPEIA
EIDECHSE
KLEINER HUND
ZWILLINGE
FUHRMANN
PERSEUS
ANDROMEDA
PEGASUS
EINHORN
ORION
STIER
DREIECK
WIDDER
FISCHE
HASE
ERIDANUS
WALFISCH
CHEMISCHER OFEN
BILDHAUER
EKLIPTIK
ÄQUATOR

M51
Mizar
Alkor
M97
M81
M82
Polarstern
Wega
Deneb
7000
M44
Saturn
Pollux
Kastor
Kapella
Prokyon
M35
M37
M36
M38
h & χ
Zenit
M34
Algol
M31
M33
M1
Beteigeuze
Aldebaran
Hyaden
Plejaden
M42
Rigel
Mira

11h
14h
17h
8h
5h
2h
+80°
+60°
+40°
+20°
0°
–20°

43
36

 –1.

 0.

 1.

 2.

 3.

 4.

 5. Größenklasse

 Gasnebel

 Planetarischer Nebel

 Galaxie

 Kugelsternhaufen

 offener Sternhaufen

 Doppelstern

 veränderlicher Stern

 36 Foto auf Seite …

Januar | Februar | März | April | Mai | Juni | Juli | August | September | Oktober | November | Dezember

KW 4 · 8 · 12 · 16 · 20 · 24 · 28 · 32 · 36 · 40 · 44 · 48 · 52

19* · 17* · 15* · 14° · 12° · 10° · 8° · 6° · 4° · 2° · 23* · 21*

AH / SIGANIM



WANN

Der Zeitleiste (oben) können Sie die Gültigkeit der Sternkarte entnehmen. Wählen Sie das Datum anhand des Monats oder der Kalenderwoche (KW) und lesen Sie direkt darunter die zugehörige Uhrzeit ab. Beispiele:

September, zweite Hälfte: 3 Uhr°
Oktober, erste Hälfte: 2 Uhr°
Oktober, zweite Hälfte: 1 Uhr°
November, erste Hälfte: 23 Uhr*

*Mitteleuropäische Zeit (MEZ, UT+1)
°Sommerzeit (MESZ, UT+2)

Beobachten Sie zwei Stunden früher, können Sie die Karte aus dem Septemberheft heranziehen.

WIE

Auf der Sternkarte sehen Sie den Himmel so, wie er sich Ihnen zu den links und oben angegebenen Zeiten präsentiert. Zur Orientierung halten Sie die Karte über sich, und zwar so, dass der Rand mit der Himmelsrichtung, in die Sie schauen, zum Boden oder auf Sie zu zeigt. Die Sterne am Rand der Karte stehen dann direkt über dem Horizont. Der im Zentrum der Karte dargestellte Himmelsausschnitt befindet sich genau über Ihnen – im Zenit.

Beispiel: Nahe dem Zenit finden Sie Alamak (auch Almak oder Almaak), den östlichsten Stern der Andromeda. Nur wenig westlich liegt zu dieser Stunde der berühmte Andromedanebel M 31. Das Sommerdreieck aus den Sternen Wega in der Leier, Deneb im Schwan und Atair im Adler geht im Westen gerade unter, während im Osten das Wintersechseck um den Jäger Orion fast schon vollzählig ist. Der noch fehlende Sirius, der hellste Fixstern am Nachthimmel, geht in Kürze auf.

Die Karte gilt für fünfzig Grad nördliche Breite, das entspricht der Linie Luxemburg – Frankfurt am Main – Prag. Beobachter in Süddeutschland, Österreich und der Schweiz sehen die Sterne im Süden etwas höher über dem Horizont und die im Norden etwas niedriger. In Norddeutschland ist es genau umgekehrt.

FELDSTECHERTIPP

M 103 in der Kassiopeia



FOTO: AKIRA FUJII

Den Fernglasbeobachtern bietet kaum ein anderes Sternbild des nördlichen Himmels mehr Lohnendes als Kassiopeia. Die Milchstraße in dieser Region ist dicht gepackt mit offenen Sternhaufen – den idealen Zielen für Instrumente mit geringer Vergößerung und weitem Gesichtsfeld. Das dreibändige »Burnham's Celestial Handbook« listet nicht weniger als 26 offene Haufen in der Kassiopeia auf, mehr als in jedem anderen Sternbild. Charles Messier dagegen verzeichnete in seinem Katalog nur zwei Objekte: M 52 (AH 5/2003, S. 51) und M 103.

Wenn Sie Ihr Instrument auf den – von links – zweiten Stern des Himmels-Ws richten, Ruchbah (Delta Cassiopeiae, δ Cas), sind Sie schon mitten auf dem Jahrmarkt der Sternhaufen. M 103 teilt sich das Feld mit NGC 663 und einigen anderen, leuchtschwächeren Haufen (AH 1-2/2004, S. 48). Da er mit 7,4ter Größe der hellste ist und gerade mal ein knappes Grad nordöstlich von Ruchbah liegt, dem »Knie« der Kassiopeia, sollten Sie ihn leicht finden.

Im Feldstecher erscheint dieser Haufen als enger Knoten von Sternen mit drei auffallenden Sonnen, die an ein winziges gleichseitiges Dreieck erinnern. Höhere Vergrößerungen verstärken diesen Eindruck. Nehmen Sie also ein 10×-Instrument oder ein stärkeres zur Hand, sofern möglich. Selbst unter lichtverschmutztem Vorstadthimmel hat M 103 genug helle Sterne, um Ihre Blicke auf sich zu ziehen. Auch wenn der Haufen in Wirklichkeit vielleicht an die hundert Sterne enthält, sehen wir auf Grund der recht großen Entfernung von rund 8500 Lichtjahren nur die hellsten von ihnen als einen losen Haufen. **>> Gary Seronik**



Die Nase des Tümmlers

In der Nähe des Sommerdreiecks befinden sich drei kleine Sternbilder, in denen sich besondere Schätze verbergen.

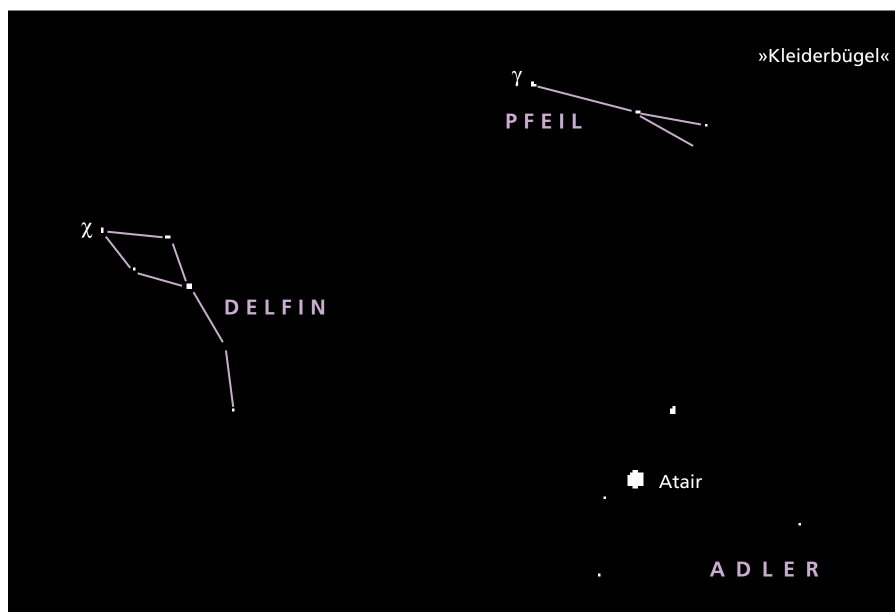
>> Fred Schaaf

Das Sommerdreieck aus Wega (Alpha Lyrae), Deneb (Alpha Cygni) und Atair (Alpha Aquilae) haben wir bereits im letzten Monat besprochen. Mit dieser Region tief im Westen bis Nordwesten der Übersichtskarte auf Seite 42 sind wir jedoch noch nicht ganz fertig. Uns fehlt noch ein genauerer Blick auf die kleinen, aber faszinierenden Sternbilder innerhalb und drumherum.

Wenn der Himmel ausreichend dunkel ist, können Sie den kleinen Delfin (»Delphinus«) und den Pfeil (»Sagitta«) bereits mit bloßem Auge erkennen, ansonsten sind Feldstecher hilfreich. Der Delfin hat die Form eines Diamanten am Stiel. Mit einem Fernrohr können Sie bei niedriger Vergrößerung die Nase des Tümmlers, Gamma Delphini (γ Del), zu einem schönen, farbigen Doppelstern auflösen.

Noch kleiner als der Delfin ist der Pfeil. Wenn Sie Ihr Sucherfernrohr auf ihn gerichtet haben, bewegen Sie sich einmal in beinahe rechtem Winkel von Gamma Sagittae (γ Sge) etwa zwei Drittel der Länge des Pfeils nach Norden. Dort befindet sich M 27, der Hantelnebel. Wie der berühmte »Ringnebel« in der Leier (M 57) ist auch der Hantelnebel ein Planetarischer Nebel, also eine symmetrische Wolke, die von einem sterbenden Stern ausgestoßen wurde. Allerdings ist M 27 viel größer und heller als der Ringnebel und kann im Gegensatz zu diesem bereits im Sucher eines Fernrohrs betrachtet werden. Der Name ist jedoch nicht ganz aktuell, da er eher wie ein Apfelbutzen aussieht und weniger wie eine neuzeitliche Hantel. er liegt im Sternild Füchschen (»Vulpecula«, Vul), von dem gerade einmal zwei Sterne auf unserer Übersichtskarte abgebildet sind.

Genau dort finden wir jedoch noch eine weitere Attraktion für Feldstecher oder Sucherfernrohre. Ein bisschen weiter als zwei Drittel des Wegs von Atair zu Wega versteckt sich eine kleine Gruppe aus Sternen. Diese Gruppierung ist unter vielen Namen bekannt, beispielsweise als Brocchis-Sternhaufen oder Collinder 399. Wenn Sie sich jedoch seine Form anschauen, so wird schnell klar, warum er für gewöhnlich Seilbahn- oder Kleiderbügel-Sternhaufen genannt wird.

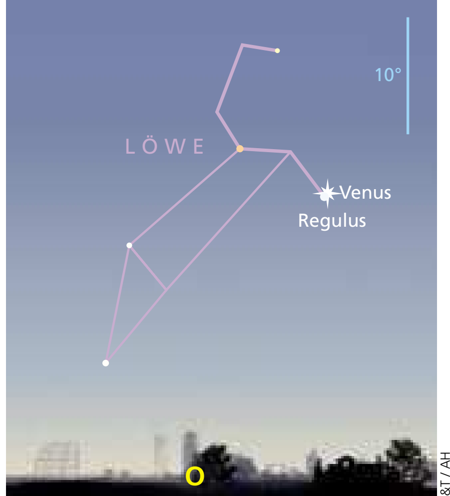


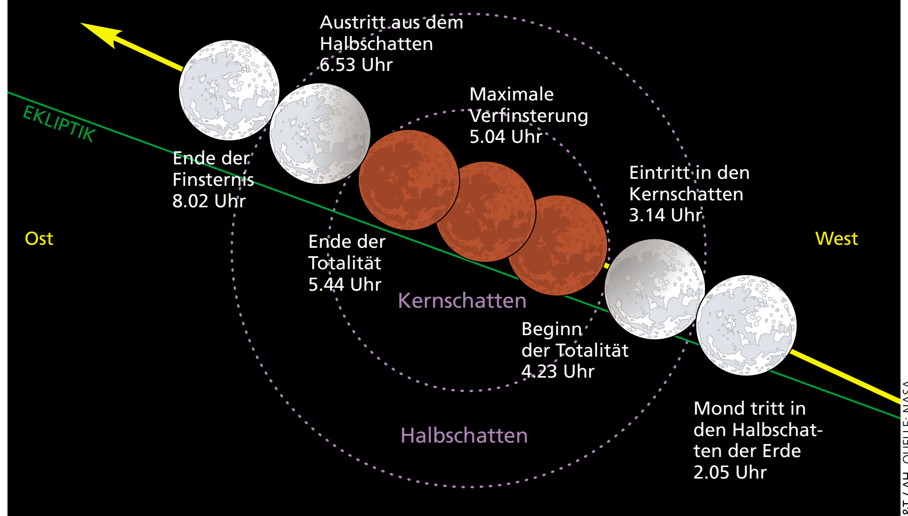
Unscheinbare Überflieger Die Sternbilder Pfeil und Delfin fliegen über die Milchstraße.

Planeten im Oktober

Venus scheint im Osten als heller Morgenstern vor und während der Dämmerung. In den ersten Tagen des Monats wird sie von dem hellen, aber im Vergleich zu ihr leuchtschwächeren Stern Regulus (Alpha Leonis) begleitet. Mit Ferngläsern können Sie die eindrucksvolle Konjunktion der beiden am 3. Oktober bewundern (S. 45 oben links). Die zwei kommen sich dabei so nahe, dass sie gemeinsam in das Gesichtsfeld der meisten Fernrohre passen, selbst bei starker Vergrößerung. Dabei strahlt der Planet etwa 150-mal heller als der Stern.

Saturn scheint in der Morgendämmerung hoch im Südosten weit rechts oberhalb von Venus, unterhalb der Zwillinge Kastor und Pollux. Etwa zwei Hand breit rechts unter Saturn leuchtet Prokyon im





Kleinen Hund und lässt sich leicht mit diesem verwechseln, da Saturn zurzeit etwas leuchtschwächer ist als der achthellste aller Fixsterne.

Im späten Oktober geht Saturn bereits vor Mitternacht auf, doch die besten Bilder erhält man bei klarster Sicht: am höchsten Punkt seiner Bahn kurz vor Beginn der Morgendämmerung.

Jupiter ist am Monatsanfang gar nicht zu sehen und kriecht in den Wochen danach erst kurz vor Sonnenaufgang über den Osthorizont. Anschließend macht er sich immer weiter an die strahlende Venus heran und steht am Halloween-Morgen (31.10.) etwa eine halbe Handbreite unterhalb des Morgensterns.

Mars ist im Gegensatz zu diesen beiden sehr schwach und taucht erst spät im Oktober links unterhalb von Jupiter auf. Mit Ferngläsern kann man ihn sehr tief in der ziemlich hellen Morgendämmerung beobachten.

Der Mond geht zur Hälfte beleuchtet in der Nacht vom 6. auf den 7. Oktober zwischen Saturn und Regulus auf. Mit Venus und Regulus bildet die abnehmende Mondsichel ein recht kompaktes Dreieck vor der Morgendämmerung des 10. Oktober. Am 12. steht dann eine schlanke Mondsichel oberhalb von Jupiter knapp über dem Horizont.

Am 28. Oktober ereignet sich zum zweiten Mal in diesem Jahr eine totale

Konjunktion und Finsternis

Der goldene Herbstmonat hat für Sterngucker einiges auf Lager.

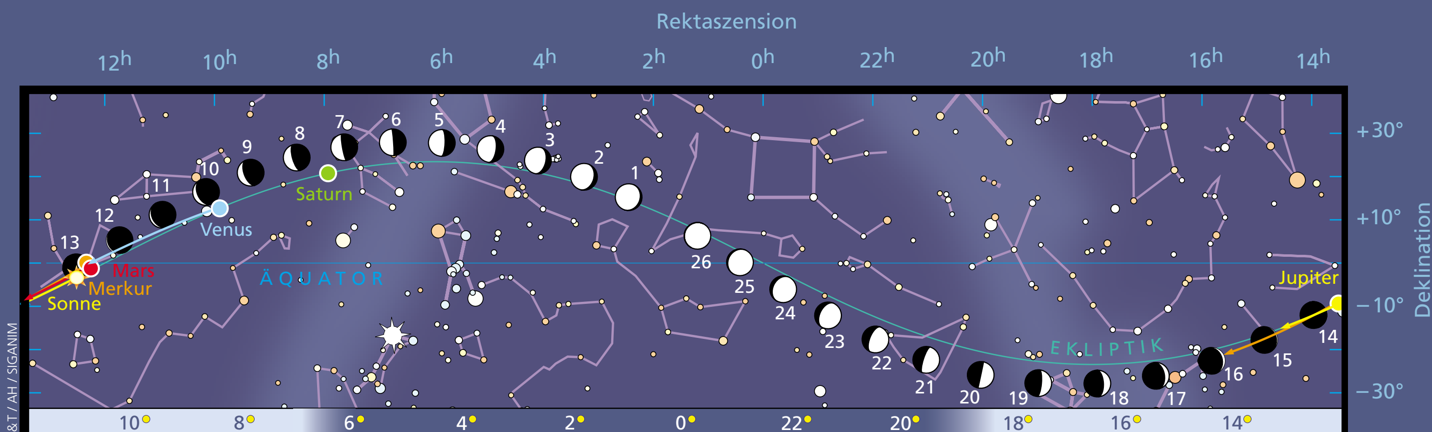
Mondfinsternis. Diesmal können wir im Gegensatz zum 4. Mai die Totalität der Finsternis von Anfang an genießen. Allerdings geht der Austritt aus dem Halbschatten der Erde in der Morgendämmerung unter. Der Mond erreicht die Totalität um 4.23 Uhr MESZ, sie dauert ganze 81 Minuten.

Bewohner von Alaska, Japan und einigen Regionen von Sibirien, der Mongolei und China können eine partielle Sonnenfinsternis beobachten. In Alaska ist es dann noch der 13. Oktober, während man jenseits der Datumsgrenze bereits den 14. Oktober schreibt. <<

Fred Schaaf ist mit dem Sky & Telescope-Jahrbuch »SkyWatch 2005« fertig und freut sich auf Urlaub.

Das Monatspanorama zeigt Phasen und Positionen des Monds vom 1. bis zum 26. Oktober. Die Pfeile kennzeichnen die Wege von Sonne und Planeten von Monatsanfang bis -ende. Die untere Leiste gibt ungefähr die Uhrzeit (in MESZ) an, wann der darüber liegende Bereich zur Monatsmitte im Süden steht.

Der Mond und die Planeten im Oktober 2004



Der Mond ist zum besseren Erkennen der Mondphasen auf allen Karten in Übergröße dargestellt.



Sterne im Sandsturm der Sahara

Auf der Jagd nach den besten Bildern der Planetenparade wurden zwei Hobbyastronomen vom Wetter in die Wüste geschickt.

>> **Stefan Seip**

Fünf in einer Nacht!«, so kündigte ASTRONOMIE HEUTE in seiner Märzausgabe 2004 auf S. 38 an, was ich noch im gleichen Monat mit eigenen Augen zu sehen bekam: Alle fünf mit bloßem Auge sichtbaren Planeten gaben sich am Abendhimmel ein Stelldichein: Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn waren gleichzeitig zu beobachten. Eine solche Konstellation hatte es seit April 2002 nicht mehr gegeben.

Eine Zeitspanne von 18 Tagen gab uns das Sonnensystem, dieses astronomische Ereignis zu beobachten – vom 18. März bis zum 4. April sollte man die Planeten sehen können. Genug Zeit, um gemeinsam mit meinem Sternfreund Michael Gutzeit der Wetterunsicherheit in Deutschland zu entfliehen. In südlichen Gefilden wollten wir die Parade der Planeten bei klarem und stockdunklem Himmel erleben, fernab von störenden Lichtquellen. Wir entschieden uns für Südmarokko. Die Besiedlungsdichte ist dort sehr gering und das trockene Klima bekannt für exzellente Atmosphärendurchsicht und gute Luftruhe bei Nacht. Dieser Landstrich kann mit den weltbesten Beobachtungsstandorten, wie Namibia und Chile, durchaus mithalten.

Wir mieteten uns im Hotel Kasbah am Rande der Saharawüste ein. Der Betreiber Fritz Koring, ebenfalls ein Sterngucker mit eigenem Acht-Zoll-Schmidt-Cassegrain-Teleskop, bietet seinen Gästen Sternführungen auf einer eigens dafür eingerichteten Terrasse an. Er kennt die speziellen Bedürfnisse der nachtaktiven Hobbyastronomen – ideale Voraussetzungen für erfolgreiche Beobachtungen.

Von Agadir an den Rand der Wüste

Bei strahlendem Sonnenschein landen wir am 23. März in Agadir. Im Gepäck: ein Vier-Zoll-Refraktor, eine parallaktische Montierung und eine CCD-Kamera. Schließlich wollen wir den klaren Wüstenhimmel nutzen, einige Astrofotos zu schießen. Doch zunächst liegt die Reise mit dem Mietwagen vor uns, von Agadir zum Hotel nach Osten in Richtung der algerischen Grenze. Schon auf der Fahrt, vorbei an den Städten Taroudant, Quarzazate, Agdz und Zagora verzaubern uns die Reize des Orients: Würzige Gerüche, Händler in bunten Gewändern am Straßenrand, Viehmärkte und überladene Eselskarren geben eine klischeehafte Kulisse ab, die wir so nicht erwartet hatten.

Bei der Überquerung des Antiatlas-Gebirges fühlen wir uns auf den Mars versetzt: Die karge Felslandschaft aus rötlichem Gestein erinnert sehr stark an die aktuellen Bilder vom Nachbarplaneten, aufgenommen von den beiden Nasa-Rovern.

Ab Quarzazate folgen wir dem Drâa-Tal, der historischen Karawanenstraße von Timbuktu im heutigen Mali nach Marrakesch. Die Kamelkarawanen brauchten einst 52 Tage für diese Strecke. Wir sind mit dem Auto glücklicherweise noch am gleichen Abend am Ziel.

Obwohl ein wenig erschöpft, wendet sich unser Blick zum Himmel. Merkur ist schon untergegangen, die Planetenparade also nicht mehr komplett. Dafür zeigt sich die schmale Sichel des zunehmenden Monds in ungewohnter Kahnlage – die Mondsichel liegt sozusagen »auf dem



ALLE BILDER S. SEIP

Windschnittige Zelte schützen die Beduinen vor Stürmen und Verwehungen, wie links am Kamm der Düne zu sehen.

Rücken«. Der Grund: Wir befinden uns so nah am Äquator, dass die Ekliptik, also die Ebene, in der die Planeten um die Sonne und der Mond um die Erde laufen, in sehr steilem Winkel zum Horizont steht.

Über der Mondsichel glänzt in hellem Schein die Venus – ein typisch orientalisches Gespann. Das Motiv aus Mond und hellem Gestirn geht auf die zunehmende Sichel mit dem »glücklichen Stern Jupiters« zurück und ist im Lauf der Geschichte zum Symbol des Islams geworden. Schon Sultan Selim I. (1512–1520) wählte es zum Hoheitszeichen seines Reichs. Noch heute findet sich die Mondsichel mit und ohne Stern(e) auf den Flaggen der islamischen Länder Algerien, Mauretanien, Tunesien, Türkei, Pakistan, Singapur, Malaysia, Turkmenistan und Usbekistan, der Malediven und der Komoren. Bis 1958 zierte sie auch die ägyptische Fahne. Der Mond beeinflusst in diesen Ländern auch das tägliche Leben: Das Jahr besteht aus zwölf »synodischen Monaten« und der heilige Monat Ramadan beginnt und endet, wenn die Sichel erstmals nach Neumond zu sehen ist. Das ist nach 29 oder 30 Tagen der Fall. Da das Mondjahr elf Tage kürzer ist als das Sonnenjahr, wandert der Ramadan langsam durch die Jahreszeiten. Beeindruckt von dieser schönen Sicht auf den orientalischen Nachthimmel freuen wir uns auf die Vorstellung der »Big Five« am kommenden Abend.

Am nächsten Tag war der anfangs stahlblaue Himmel einer bräunlich gelben Dunstschicht gewichen. Heftiger Wind war aufgekommen und die Temperaturen auf Werte zurückgegangen, die ganz und gar untypisch für eine Wüstenregion sind. Was zunächst wie eine Wolkenschicht aussieht, entpuppt sich als gigantischer Sandsturm. Starke Winde wirbeln Unmengen des Saharasands auf und pusten ihn in große Höhen. Von dort aus wird der Sand über weite Strecken verweht – Bilder von München unter einem fahlgelben Himmel voller Sand zeugen in deutschen Zeitungen von der Kraft des Sturms, während wir vor Ort auf den Aufbau des Fernrohrs verzichten, um zu verhindern, dass eindringender Sand die Mechanik lahm legt. Es ist völlig unklar, wann der Sturm abflauen wird. Durch die Sandwolken sind nur die hellsten Objekte wie Mond und Venus zu erkennen – und selbst das oft nur schemenhaft. So verschieben wir die Hoffnung auf freie Sicht – von einem Tag auf den nächsten.

Als Ersatzprogramm entschließen wir uns, Ausflüge in die Umgebung zu unternehmen. Unser Gastgeber Fritz Koring erweist sich als vorzüglicher Kenner des Landes. Er entführt uns an reizvolle Orte, die kein Pauschaltourist ansteuert. Gut ausgerüstet mit einem Allradjeep nimmt er uns mit in Richtung Sahara bis nach Mhamid, dem letzten Ort vor dem endlosen Meer aus Sand. Wer das »Tor zur Wüste« durchqueren will, kommt ohne GPS und Survivalausrüstung nicht weiter. Für uns bleibt das Tor an diesem Tag geschlossen, denn der Sandsturm ist so stark, dass die Weiterfahrt trotz Hightechausrüstung zu riskant wäre.

Tags darauf steuern wir Zagora an, um uns im Internet-Café über die Großwetterlage zu informieren. Alle Experten sind sich einig: Der Sturm wird bald nachlassen. Die Frage ist nur, wann?

Zweifel und Zähneknirschen

Längere Aufenthalte im Freien enden damit, dass es zwischen den Zähnen knirscht und der Sand bis in die Nasenlöcher und Ohren vordringt. Weniger zerknirscht als beeindruckt von diesem gewaltigen Naturschauspiel erinnern wir uns an die erst kürzlich veröffentlichte Hochrechnung, dass es mehr Sterne im Universum als Sandkörner in allen Wüsten der Erde geben soll. In Anbetracht der Abermillionen Sandkörner, die nun schon vier Tage und vier Nächte über unsere Köpfe hinweg fegen, eine wahrhaft spürbare Erfahrung.

Nachdem auch das Wochenende keine Besserung beschert und die Abreise für Montag, den 29. März vorgesehen ist, machen sich Zweifel breit. Kann es das Schicksal wirklich so hart mit uns meinen, dass sich ein Sandsturm kurz nach unserer Anreise entwickelt und just endet, nachdem wir abreisen? Alles deutet darauf hin.

>



Sand im Getriebe des LX200-Teleskops konnten Michael Gutzeit (links) und Autor Stefan Seip verhindern – in den Ohren nicht.

> In der allerletzten Nacht klart der Himmel urplötzlich auf. Sandverwehung und Wind enden schlagartig gegen Mitternacht. Der freie Blick zum stockfinsteren, sternenübersähten Wüstenhimmel raubt uns den Atem.

Der Himmel zum Greifen nah

Zwar ist es für die Planetenparade schon zu spät, weil Merkur und Venus bereits untergegangen sind, aber dieser Anblick entschädigt für vieles. Der Löwe mit dem hellen Jupiter steht in ungewohnter Höhe am Firmament im Süden. Darunter Rabe, Becher und Wasserschlange in erstaunlicher Brillanz. Weiter südlich in Horizontnähe wird sogar der schönste Kugelsternhaufen des gesamten Himmels sichtbar, Omega Centauri, der in Deutschland niemals über den Horizont klettert.

Rasch bauen wir den Achtzöller auf, der zur Ausstattung des Hotels gehört. Ein Blick zum Jupiter bringt Gewissheit: Sowohl die Luftunruhe (das »Seeing«) als auch die Optik des Teleskops sind vorzüglich. Es werden Strukturen auf dem Gasplaneten sichtbar, deren Beobachtung in Deutschland ein viel größeres Teleskop erfordern würde. Noch oft fallen in dieser Nacht die Laute »Wow«, »Ah« und »Oh«, etwa beim Einstellen der Spiralgalaxie M 51 in den Jagdhunden, bei der die Spiralarme deutlich sichtbar sind oder beim Anblick der Sommermilchstraße, die sich im Laufe der Nacht langsam im Osten erhebt, während der helle Mond untergeht. Endlich können wir den Skorpion einmal in seiner ganzen Pracht bewundern, wohingegen in heimischen Gefilden ein Teil stets unter der Horizontlinie bleibt.

Nach kurzem Schlaf ist die Stunde des Abschieds gekommen. Die Planetenparade haben wir nicht gesehen, und kein einziges Astrofoto in der Tasche beziehungsweise auf der Festplatte. Das ist das Risiko eines Hobbys, das maßgeblich von den Vorgängen der Natur abhängt, selbst in sonst sehr wettersicheren Regionen.

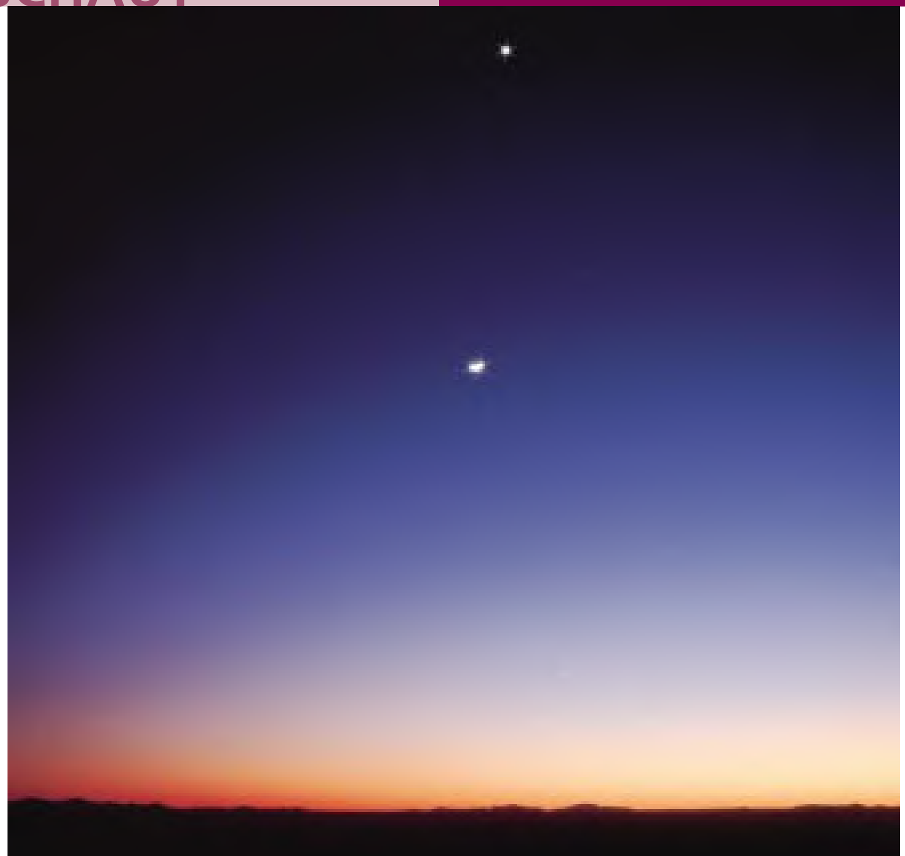
Die Ironie des Schicksals beschert Deutschland zur gleichen Zeit einen strahlend blauen, wolkenlosen Himmel. Sternfreunde berichten uns, dass sie nicht nur die Planetenparade gesehen haben, sondern auch eine der besten Merkursichtbarkeiten ihres Lebens, weil die Horizontsicht an diesen Tagen ausgezeichnet war. Das alles hindert uns nicht daran, die weite Fahrt zurück zum Flughafen in Agadir in vollen Zügen zu genießen. Bei bestem Wetter führt unser Weg über das Atlasgebirge, dessen Hochlagen mit Schnee bedeckt sind und in der >

Das Sternenhotel ist im Stil einer Festung erbaut, die man in Marokko »Kasbah« nennt.



Grasbüschel sind das einzig Irdische an dieser »Marslandschaft«.

Sichel und Stern, hier Mond und Venus, sind Symbole orientalischer Kultur. Zusätzlich leuchtet Merkur schwach im Horizont. Die Planeten (unten) wurden in Deutschland am 23. März zu den angegebenen Zeiten aufgenommen.





> Sonne hell und weit leuchten. Der höchste Gipfel, der Jebel Toubkal, ragt eindrucksvolle 4167 Meter in die Höhe. Auf der Passstraße präsentiert sich der meist wolkenlose Himmel in dunklem Blauschwarz. Mir gelingt es, zwei Stunden nach dem Sonnenhöchststand, Venus am Taghimmel mit dem bloßen Auge zu finden. Das war mir nie zuvor geglückt!

Vom Fluch befreit

Vorletzte Station ist Marrakesch. In der Altstadt schieben sich Einheimische und Touristen durch die engen Gassen, vorbei an einer unerschöpflichen Auswahl an Teppichen, Hühnern, Schmuck und Gewürzen – feilgeboten von freundlichen Händlern, deren Geschäftssinn einem deutlich, aber nicht aufdringlich entgegenschlägt. Auf der Strecke von dort nach Agadir fasziniert uns das ungeheuer vielseitige Gesicht des Landes: Wir durchqueren Wüsten, Gebirge, fruchtbare und sattgrüne Regionen, die an Landschaften in Norditalien erinnern, und fahren schließlich die Küste des azurblauen Atlantiks entlang. Mit Wehmut nehmen wir Abschied von Marokko, obwohl unsere Mission, die Beobachtung und Dokumentation der Planetenshow, gescheitert ist.

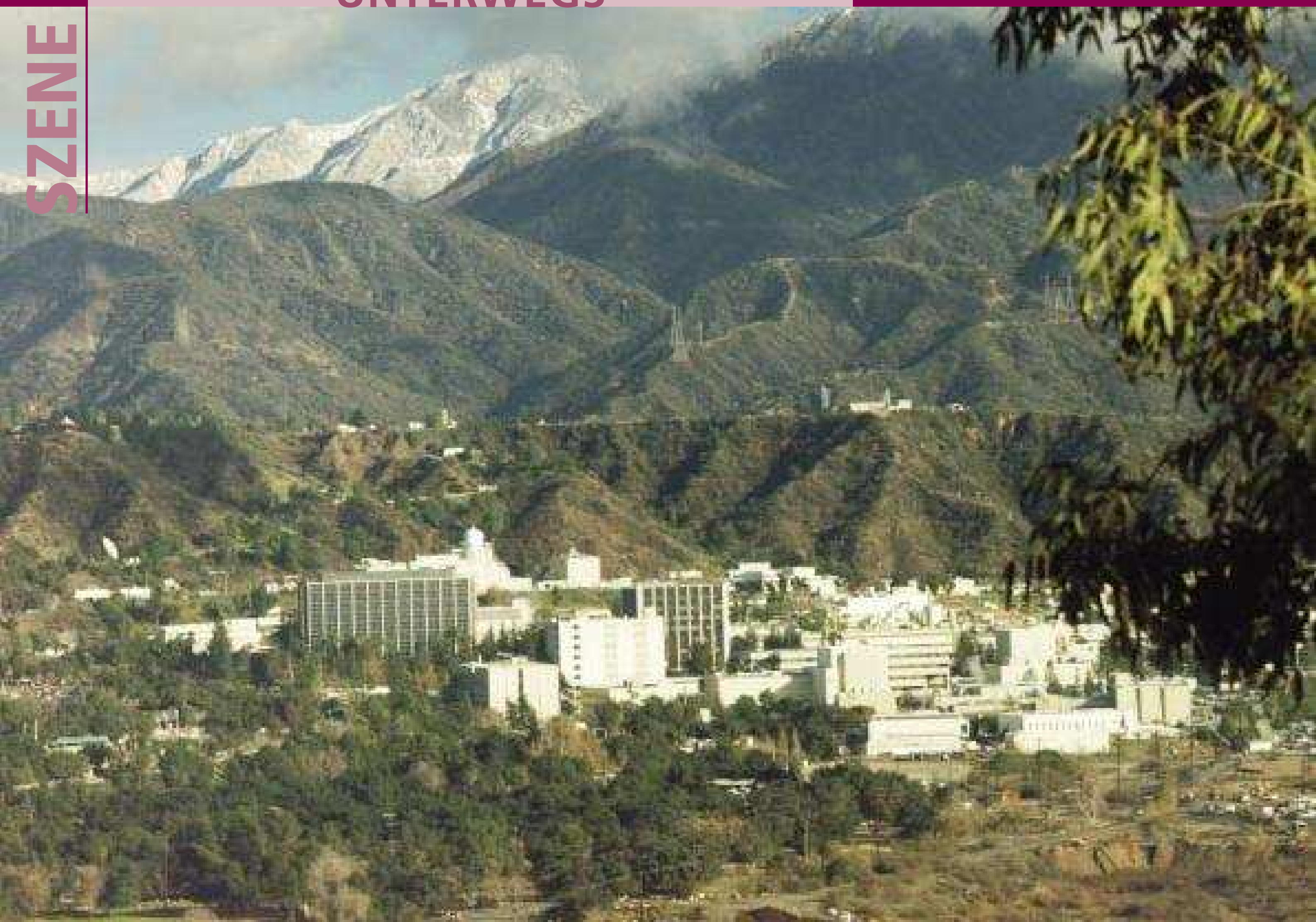
Als wir zurück in Deutschland sind, endet auch dort die Phase des besten Beobachtungswetters. Im Scherz diskutieren wir, ob es eine Art Fluch war, der uns begleitete. Aber nein! Am Abend des 31. März gelingt uns auf der Sternwarte Welzheim bei Stuttgart das, was uns in Marokko versagt blieb: Alle fünf hellen Planeten sind mit bloßem Auge zur gleichen Zeit zu erkennen. Sehr tief im Westen, dem Untergang geneigt, zeigt sich Merkur. Ein gutes Stück darüber, in der Nähe des Siebengestirns, der Plejaden, leuchtet die helle Venus. Unweit davon, noch etwas höher stehend, der rötliche Mars. Wendet man nun den Blick weit in Richtung Süden, kann man den gelblich fahlen Saturn im Sternbild Zwillinge erkennen. Unter dem Löwen im Südosten strahlt Jupiter und komplettiert den Reigen. Genau zwischen Saturn und Jupiter steht der helle, schon dreiviertel volle Mond und stört durch sein grelles Licht die Beobachtung ein wenig. Er verhinderte eine ausgewogene Weitwinkelaufnahme der Szenerie. Immerhin glückt es uns es einen Tag später, am 1. April, alle fünf Planeten innerhalb von vier Stunden einzeln durch ein Teleskop abzulichten (oben).

Ein kleines Happyend nach einem geplatzten Traum. Manchmal liegt das Gute eben doch näher als man denkt. Für uns steht fest: Wir werden zurückkehren nach Marokko, ins Sternenhotel, um einen Nachthimmel zu erleben, wie er bei uns nur im Planetarium zu sehen ist. <<

Stefan Seip arbeitet in jeder klaren Nacht mit Teleskop und CCD-Kamera unter dem Stuttgarter Sternenhimmel – es sei denn, er beobachtet gerade in Marokko, Chile oder Namibia.

Haben Sie mal nachgeschaut?

Schicken Sie uns Ihre spannenden Erlebnisse rund ums Beobachten, ganz gleich, ob Sie durch einen Artikel aus ASTRONOMIE HEUTE angeregt wurden oder durch ein anderes, aktuelles Ereignis. Die besten Geschichten werden auf diesen Seiten veröffentlicht. Schreiben Sie uns eine E-Mail an: nachgeschaut@astronomie-heute.de



NASA / JPL

Marsforschung made in Germany

Im sonnigen Kalifornien am Fuße der San Gabriel Mountains liegt das Jet Propulsion Laboratory der Nasa – das Zuhause vieler renommierter Planetenforscher.

Bei den Rovermissionen der Nasa sind auch deutsche Weltraumforscher mit an Bord.

>> Thorsten Dambeck

Stressig ist das Leben der deutschen Marsforscher im Jahr 2004. Während der laufenden Mars-Express-Mission der Esa und der amerikanischen Nasa-Rovermissionen erwischt man sie meist nur unterwegs.

Die Planetologen, deren Messgeräte an Bord der Rover Spirit und Opportunity die Rätsel unseres Nachbarplaneten lüften helfen, sind wie ihre mobilen Instrumente Wanderer zwischen den Welten. Doch nicht der Rote Planet, sondern das Einzugsgebiet der US-Metropole Los Angeles ist ihr Revier: Im Jet Propulsion Laboratory (JPL) in Pasadena sind gleich mehrere Stockwerke für die Fernsteuerung der beiden erfolgreichen Gefährte reserviert.

Anders als die beiden Rover, die nach nur drei Jahren Konstruktionszeit ihre ersten Ausfahrten auf dem fremden Planeten unternahmen, ist das JPL jedoch kein Youngster mehr. In diesem Sommer feierte es bereits seinen sechzigsten Geburtstag. Noch im Zweiten Weltkrieg als militärische Einrichtung gegründet, wurde es bereits vor Jahrzehnten auf die zivile Erkundung des Weltraums ausgerichtet.

Mit der Venussonde »Mariner 2« gelang im Jahr 1962 der erste Streich. Seitdem haben unbemannte US-Raumschiffe alle großen Planeten, viele Monde und einige Asteroiden und Kometen angesteuert. Fast immer trugen sie dabei die

Plakette der kalifornischen Sondenschmiede (siehe unteres Bild rechts).

Doch zurück in die Gegenwart. Auf einem Empfang im Bundestag treffe ich Göstar Klingelhöfer. Dem Physiker der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz steckt der Jetlag noch in den Knochen. Er ist extra aus dem sonnigen Kalifornien nach Berlin gereist, um den Abgeordneten des Bundestagsforschungsausschusses zu erläutern, wie sein auf beiden Rovern eingesetztes Mößbauer-Spektrometer auf dem Mars nach Wasserspuren sucht. Mimos II – eine kaum fünfhundert Gramm schwere Metallschachtel voll empfindlicher Hightech-Elektronik – hat zusammen mit dem APXS-Instrument vom Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz maßgeblich zum Nachweis vergangener Salzwasserfluten in der Marsregion Meridiani Planum beigetragen.

Dort war Rover Nummer zwei, Opportunity, Ende Januar sicher gelandet. Schon sechs Tage später brach das Marsmobil zur ersten Spritztour auf und begann in der am Mars-Nullmeridian gelegenen Hochebene mit seiner geologischen Feldarbeit. Das durch Airbags geschützte Gefährt war bei seiner Landung durch Zufall in einen flachen, zwanzig Meter breiten Krater gepurzelt – ein Glücksfall für die Forscher. Ohne lange Umschweife konnte die Sonde so ihren Instrumentenarm gleich zu ersten Messungen in einen sehr interessanten Teil des Marsbodens rammen.

»Bereits im ersten Stein, den wir vor unserer Spektrometer bekamen, fanden wir das Mineral Jarosit – ein spezielles Eisensulfat. Das war schon ziemlich spannend, denn das Mineral ist ein sehr deutlicher Hinweis auf Wasser«, erinnert sich Klingelhöfer am Rande des Berliner Empfangs. An hervorgehobener Stelle soll bei dieser Gelegenheit der Erfolg der deutschen Weltraumtechnik auch den politischen Entscheidungsträgern erläutert werden, die die Gelder für künftige Missionen bewilligen müssen. So könnte das einzigartige Spektrometer des Mainzer Marsforschers auch bei künftigen Mondflügen zum Einsatz kommen.



ALLE DREI BILDER: NASA / JPL / CORNELL



Der Steinbohrer von Opportunity kurz vor und kurz nach seiner Arbeit am Felsbrocken »El Capitan«. Beide Aufnahmen wurden mit der Panoramakamera von Opportunity gemacht. Auf der unteren Nahaufnahme des Marssteins »Bounce« kurz vor seiner Untersuchung ist das JPL-Logo deutlich zu sehen.

Ergebnisse unter Verschluss

Die Nasa hielt den spektakulären Wasserfund am Roten Planeten im vergangenen Februar bewusst erst einmal unter Verschluss. Klingelhöfer: »Die Ergebnisse wurden einerseits noch intern überprüft. Andererseits wurden auch externe Experten, die nicht zum Missionsteam gehörten, konsultiert.«

Die amerikanische Weltraumbehörde wollte nicht noch einmal mit halb garen Theorien vorpreschen, wie 1996, als sie den Fund von Bakterien im Marsmeteoriten ALH 84001 zu früh bekannt gab. Zwar zeigten sich damals die im Sommerloch darbenden Medien von der Meldung begeistert, die Fachwelt blieb jedoch weit gehend skeptisch.

Diesmal nahm sich die Nasa Zeit für eine penible Überprüfung. Am 2. März schließlich waren alle Zweifel zerstreut: Mit großem Brimborium und in Anwesenheit von viel Nasa-Prominenz wurde in Washington der Wasserfund am Roten Planeten der Weltpresse präsentiert – ein Triumph des gesamten Rover-Teams. Schon nach zwei Monaten hatten die Wissenschaftler die Hauptaufgabe ihrer Mission erledigt.

Doch trotz des wichtigen Beitrags deutscher Instrumente zum wissenschaftlichen Erfolg der Misssion saß auf dem Podium der damaligen Pressekonferenz kein einziger deutscher Forscher. »Das war eine stark politisch geprägte Entscheidung der Nasa-Zentrale«, kommentiert Klingelhöfer mit deutlich erkennbarem Bedauern. Immerhin erwähnte Chefwissenschaftler Steve Squyres die Rolle >



NASA / JPL

Testfahrt Bevor der amerikanische Rover Opportunity am Roten Planeten in den Krater Endurance hinabstieg, wurden alle Einzelheiten auf der Erde auf einer schiefen Ebene haarklein vorexerziert.



Die Fahrspuren der Rover sind ein interessantes Untersuchungsobjekt für deutsche Marsforscher. Dieser Blick zurück stammt von Spirits Navigationskamera.

> der deutschen Instrumente. Anscheinend ist bei internationalen Projekten eine gewisse selektive Wahrnehmung durchaus üblich, denn »auch in der deutschen Presse hört man kaum etwas über den US-Beitrag zur Esa-Mission Mars Express«, ist dem Wissenschaftler aufgefallen. Das JPL ist am Radargerät des europäischen Marssatelliten beteiligt.

Sensible Weltraumtechnologie

In der täglichen Arbeit läuft die Zusammenarbeit mit den US-Kollegen vergleichsweise gut. Gleichwohl könnte sie noch entspannter sein. Die Raumfahrt gilt in den Vereinigten Staaten als strategisch wichtige Technik und wird daher – ähnlich wie die Rüstungstechnologie – als äußerst sensibel eingestuft. Wissenschaftler aus Europa haben deshalb nicht den gleichen Zugriff auf technische Informationen wie ihre amerikanischen Kollegen.

Auch Lutz Richter vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) gehört zur deutschen Fraktion im rund fünfzigköpfigen Wissenschaftlerteam am JPL. Der Kölner war seinerzeit für den Bohrer des verschollenen Beagle-Landers der Esa zuständig und gilt als Experte für Marsbodenphysik. Bei der Rovermission ist vor allem sein Know-how in marsianischer Bodenmechanik gefragt.

Deutsche Technik auf dem Mars

Mimos II heißt das Messgerät der Universität Mainz. Es nutzt den so genannten Mößbauer-Effekt, für dessen Entdeckung der Münchener Physiker Rudolf Ludwig Mößbauer im Jahr 1961 den Nobelpreis erhielt. Für die Planetenforscher wurde dieser Effekt erst durch die radikale Miniaturisierung der Messtechnik interessant, die den Mainzer Forschern mit ihrem Mößbauer-Spektrometer erstmalig gelang. Marsgestein oder lockeres Bodenmaterial wird mit Mimos II mit Gammastrahlen so durchleuchtet, dass die auf dem Mars häufigen eisenhaltigen Mineralien als Peaks im Mößbauer-Spektrum deutlich hervortreten.

Die Forscher haben es dabei besonders auf die mit flüssigem Wasser in Verbindung stehenden Minerale Hämatit oder Jarosit abgesehen. Verantwortlicher Projektleiter des Mimos-II-Experiments ist Göstar Klingelhöfer von der Universität Mainz.

Das Alphapartikel-Röntgenspektrometer (APXS) des Max-Planck-Instituts für Chemie in Mainz bombardiert das marsianische Bodenmaterial mit Röntgen- und Alphastrahlen, die von radioaktivem Curium stammen. Aus den Reflexionen der Röntgenstrahlen können die Forscher die Anwesenheit und Konzentration von rund einem Dutzend chemischer Elemente bestimmen. Auch Spurenelemente wie Zink und Brom oder das wahrscheinlich von Meteoriteneinschlägen stammende Nickel wird in den APXS-Spektren sichtbar. Das Instrument ist eine Weiterentwicklung der »Spürnase«, mit der schon im Sommer 1997 der kleine Sojourner-Rover während der amerikanischen Pathfinder-Mission Marsbrocken beschnüffelte.

Für mögliche Schichtungen des oberen Marsbodens interessiert sich Lutz Richter vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln. Dazu interpretiert er die Antriebsdaten der Elektromotoren der sechsrädrigen Gefährte und analysiert die Fahrspuren auf den Fotos der Bordkameras. Mit ihren Rädern können die stillstehenden Marsmobile außerdem Gräben bis zu zehn Zentimeter Tiefe ausheben. Diese sind wiederum interessante Untersuchungsobjekte für die beiden Mainzer Spektrometer.



Der Instrumentenarm der Rover in einer Schemazeichnung. Rechts und unten die beiden Experimente aus Deutschland


NASA / JPL / CORNELL

Was von oben wie Kornkreise

anmutet, ist eine gezielt übertriebene Falschfarbenaufnahme der Bohrlöcher, die Opportunity im Endurance-Krater bohrte. Sie lassen auch kleinste, sonst unsichtbare Farbunterschiede der Marsoberfläche deutlicher hervortreten.

Das steinige Gelände auf dem Roten Planeten ist nicht nur eine holprige Piste, in der die amerikanischen Off-Roader sicher navigieren müssen. Aus ihrem Fahrverhalten, insbesondere den Fahrspuren der sechs Räder im Marssand, schließen Forscher wie Lutz Richter auf die Festigkeit des Marsbodens. Diese Daten werden dann mit den Resultaten der Bodenchemie und Mineralienanalyse verglichen.

Als »Participating Scientist« pendelt auch Richter seit Jahresbeginn zwischen Köln und Pasadena. »Anfangs haben wir unsere Schichten nach der Länge des Marstags (Sol) ausgerichtet«, beschreibt er einen ungewöhnlichen Aspekt seiner Arbeit am JPL. In den ersten Monaten der Mission lebten die Wissenschaftler also nach Marszeit. Einige Kollegen trugen sogar zwei Armbanduhren, eine konventionelle und das mechanische Modell eines kalifornischen Uhrmachers, der nach einigem Tüfteln seine Sol-Uhr auf die Mars-Tageslänge von 24 Stunden und 38 Minuten getrimmt hatte.

Was für die Betreuung der solargetriebenen Marsmobile praktisch ist, stellte sich für das irdische Forscherpersonal am JPL jedoch als Belastung heraus. Richter: »Der Tag dauert länger und die beständigen Zeitverschiebungen sorgen jeden Tag für einen fast vierzig Minuten verspäteten Feierabend.« Gelingt es trotz dieses Stresses für die innere Uhr des Körpers, genügend zu schlafen, »ist ein solcher Turnus aber o.k.«, so der DLR-Forscher. Ein Privatleben mit der Familie, die natürlich in ihrer gewohnten Erdzeit weiterlebt, ist damit nur schwer zu vereinbaren.

Für die eingeflogenen Wissenschaftler hält sich dieses Problem allerdings in engen Grenzen. Richter: »Abends sinkt man oft gleich in sein Hotelbett.« Und für Freizeit bleibt kaum Raum, denn während der JPL-Aufenthalte steht sehr konzentriertes Arbeiten auf der Tagesordnung. Während der akuten Phase der Mission lebt man in ständiger Ausnahmesituation. »In einem ganzen Forscherleben«, so Richter, »kommen nicht viele Raumfahrtmissionen zusammen, da wird jede einzelne umso wichtiger.«

Mittlerweile wurde in Pasadena jedoch die Marszeit wieder abgeschafft: Da sich beim Betrieb der Marsmobile inzwischen eine sichere Routine eingespielt hat, arbeiten die Forscher wieder nach der familienfreundlicheren Zeit ihres Heimatplaneten.

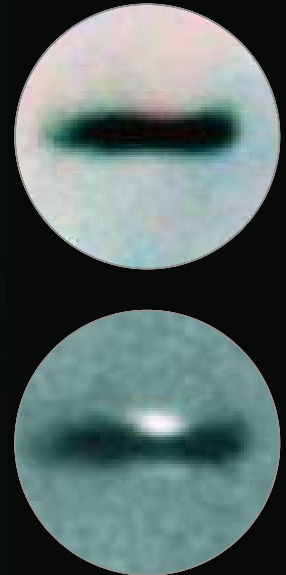
Obskure Brocken, eiskalte Aufstiege

Als Richter kürzlich aus Pasadena nach Köln zurückkehrte, hatte Opportunitys Schwestergefährt Spirit gerade einige nie zuvor gesehene Gesteinsbrocken am Fuß der Columbia Hills ins Visier genommen. Sollte Spirit die obskuren Brocken ausgiebig inspizieren oder gleich den Aufstieg in die Hügelkette wagen, bevor das Mobil im bitterkalten Winter einzufrieren droht? Solche strategischen Fragen müssen auf den täglichen Meetings am JPL von den beteiligten Forschern immer wieder beantwortet werden. »Da geht es bisweilen recht kontrovers zu«, weiß Richter, »aber es gibt eine offene Diskussionskultur.« Es zähle nicht so sehr, ob man Neuling oder alt gedienter Planetenforscher sei. »Hauptsache, ein Standpunkt ist gut begründet.«

Auch Göstar Klingelhöfer wird nach seinem Berliner Einsatz in Sachen Abgeordnetenfortbildung bald wieder zum JPL fliegen. Doch dann will er mit familiärer Verstärkung anreisen, da niemand genau weiß, wie lange die Gefährte im Marswinter auf dem frostigen Nachbarplaneten noch durchhalten. »Bevor die Mission zu Ende geht, möchte ich das meinen Töchtern noch zeigen.« <<

Thorsten Dambeck ist Wissenschaftsautor in Berlin. Seit der erfolgreichen 1970er Viking-Mission zum Mars wird der Physiker hellhörig, wenn der Name JPL fällt.





Im Orionnebel M 42 (links) beobachtet das Hubble-Weltraumteleskop Regionen, in denen gerade Sterne entstehen. Dunkle Staubscheiben (oben) lassen den Blick dorthin kaum durch.

MCCAUGHREAN, O'DELL / NASA

STERNENTSTEHUNG

Was ein Stern so alles vergisst

Wie entstehen eigentlich Sterne?«, fragte mich mein Freund Hans-Ludwig, als wir kürzlich in den Zug von Göttingen nach München stiegen.

»Gas- und Staubwolken fallen in sich zusammen und bilden einen Stern«, antwortete ich. »Wir können das allerdings nicht direkt sehen, da die Geburt hinter dichten Staubschleiern stattfindet, die uns wie undurchsichtige Vorhänge den direkten Blick versperren. Nur im infraroten Licht bekommen wir etwas von dieser Entstehungsphase mit, doch die genauen Einzelheiten kennen wir nicht. Erst bei späteren Stadien der Sternentwicklung sind wir auf sicherem Boden, denn die können wir recht gut im Computer nachstellen.«

»So ein Unsinn«, brach es aus Hans-Ludwig hervor. »Wenn ich herausfinden will, wohin ein Geschoss fliegt, muss ich doch zuerst wissen, wie sein Flug anfing, von wo mit welcher Geschwindigkeit in welche Richtung losgeschossen wurde. Willst du mir erzählen, dass ihr Astrophysiker nicht wisst, wie die Geburt der Sonne aussah, dass ihr aber sehr wohl auf euren Computern errechnen könnt, wie es danach mit ihr weiterging?«

Komplizierte Geburt

Auf diesen Einwurf meines Freunds musste ich in der Tat mit »Ja« antworten. Die Vorgänge bei der Geburt eines Sterns sind recht kompliziert. Gas und Staub regnen nicht gleichförmig aus allen Richtungen auf seine Oberfläche herab. Die Wolken enthalten Verdichtungen – daher prasselt die Materie einmal aus dieser, einmal aus jener Richtung auf den neu entstehenden Stern hernieder. Außerdem besitzt jede Wolke irgendwelche, wenn auch noch so geringe, Drehbewegungen, die bei ihrem Schrumpfen rascher werden. Genau wie bei der Eisläuferin, die bei der Pirouette ihre ausgebreiteten Arme an den Körper zieht und sich dadurch noch schneller dreht. Die Drehbewegung der schrumpfenden Wolke bremst den Einfall der Materie quer zur Drehachse, während das Einströmen entlang der Achse nicht behindert wird. All das hat Einfluss auf die anfängliche Temperaturverteilung im Stern. Es wäre schlimm, wenn die Astronomen, die das weitere Leben der Sterne im Computer nachzuspielen versuchen, diesen komplizierten Anfang berücksichtigen müssten. Glücklicherweise vergessen die Sterne vieles, wenn auch nicht alles. Nicht nur die Sterne, die ganze Natur neigt zum Vergessen.

Nennen wir ein paar Beispiele: Dem Wasser im Glas sieht man nicht an, ob es vor dem Schmelzen ein Schneeball oder ein Eiszapfen war. Oder der Schürhaken, mit dem ich im Kamin herumstochere:

Auch wenn er an der einen Seite heiß und auf der anderen merklich kühler ist; sobald ich ihn zur Seite lege, gleichen sich die Unterschiede aus. Die ursprüngliche Temperaturverteilung hinterlässt nach einiger Zeit keine Spuren mehr. Das liegt an einem fundamentalen Gesetz der Wärmelehre, dem zweiten Hauptsatz.

Nehmen wir in Gedanken einen Metallstab und erwärmen ihn mit Hilfe eines Lötkolbens oder mehrerer Heizdrähte so weit, dass verschiedene Stellen unterschiedlich heiß werden. Mit etwas Aufwand können wir ihm eine Temperaturverteilung geben, die in einem Diagramm aufgetragen an ein Gebäude oder an eine Landschaft erinnert (siehe Abbildung rechts). Nach einiger Zeit schmilzt das wunderbarste Temperaturprofil dahin wie ein Schneemann, denn die Wärme strömt von den heißeren Stellen zu den kühleren. Am Schluss hat der Stab eine einheitliche Temperatur.

Wie die Wärme wandert

Schließlich noch ein Beispiel aus der Geschichte: Im Jahr 9 n. Chr. tobte im Teutoburger Wald die berühmte Schlacht zwischen Germanen und Römern. Jeder Fußstapfen eines Soldaten erwärmte damals den Boden und hinterließ einen Fleck etwas höherer Temperatur. Sterbende Helden hinterließen noch viel deutlichere Wärmeflecken. Selbst wenn wir heute an der einstigen Kampfstätte die Temperatur jedes Quadratzentimeters genauestens bestimmen könnten, es gelänge uns nicht, den Verlauf der Schlacht zu rekonstruieren. Denn die Temperaturunterschiede hatten sich bereits wenige Tage nach dem Gefecht wieder ausgeglichen.

Der Wärmeausgleich in Metallen und im Erdboden erfolgt durch Wärmeleitung. Wärme, das ist Bewegung der Moleküle. Bei höherer Temperatur schwingen sie stärker. Dabei stoßen sie die langsameren Moleküle in der kühleren Nachbarschaft an, die daraufhin auch stärker schwingen. In Metallen übertragen vor allem die Elektronen die höheren Teilchengeschwindigkeiten. Im Gegensatz dazu wird die Wärme in Sternen vor allem durch Strahlung übertragen. Strahlung aus Gebieten höherer Temperatur heizt kühlere Nachbarregionen auf. Es stellt sich aber keine einheitliche Temperatur ein, sondern genau die, die an jedem Punkt nötig ist, um die im Zentrum durch Kernfusion frei werdende Energie zur Oberfläche zu transportieren. Da die Wärmeenergie vom Heißen zum Kühlen fließt, sind die Sterne innen sehr viel heißer als außen. Aber sonst ist es im Stern wie im Teutoburger Wald: Wie auch immer die Temperaturverteilung am Anfang war, die Temperatur von heute hängt nicht mehr davon ab. Sterne wie die Sonne benötigen für den Temperaturausgleich allerdings einige zehn Millionen Jahre. Doch das ist noch kurz im Vergleich zu den Milliarden Jahren, die seit ihrer Entstehung verstrichen sind.

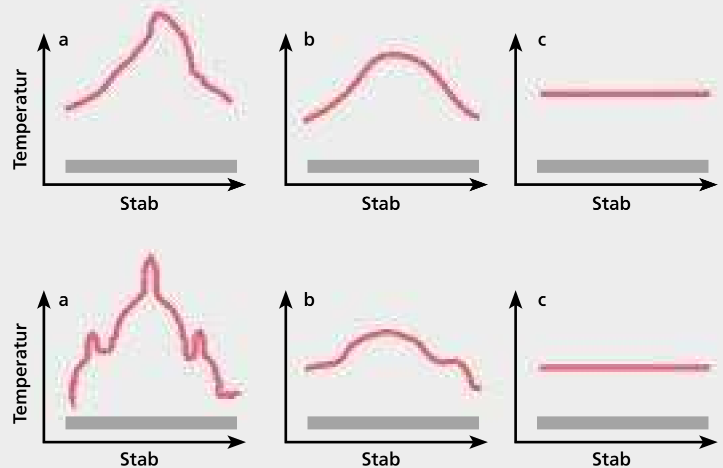
Aus dem Gesagten ergibt sich sowohl eine schlechte als auch eine gute Nachricht. Die schlechte lautet, dass wir durch Messungen der Temperaturverteilung im Innern der Sonne, wie sie Astronomen heute durch die Beobachtung der Schwingungen der Sonne im Minutenrhythmus vornehmen, nichts über deren Anfangszustand, also ihre Geburt, erfahren können. Die gute Nachricht ist, dass der uns nicht genau bekannte Anfangszustand der Sterne für deren spätere Entwicklung keine Rolle spielt. Die Computerrechnungen können also mit einem Temperaturprofil beginnen, das unabhängig von den Vorgängen am Anfang so beschaffen ist, dass die im Innern erzeugte Energie ihren Weg zur Oberfläche findet. Deshalb wissen wir über das spätere Leben der Sterne mehr als über ihre Geburt.

Wenn die Strahlung die nach außen strebende Energie des Sterns nur schwer transportieren kann, gerät das Gas des Sterns in Wallung. Diese so genannte Konvektion bestimmt, wie die Temperatur nach außen zum Rand des Sterns hin abfällt. Sie vernichtet die Information über die ursprüngliche Temperaturverteilung noch rascher. Sterne vergessen aber immerhin nicht alles. Da ist zum einen die chemische Mischung der Materie, aus der der Stern entstand. Das Helium, das bei Kernreaktionen im Innern entsteht, bleibt im Wesentlichen auf den Zentralbereich konzentriert.

Von heiß zu lau – Temperaturausgleich entlang einem Stab







RUDOLF KIPPENHAHN

Egal ob das Temperaturprofil eines Stabs (grau) an einen Alpengipfel oder an eine berühmte Kirche erinnert, im Laufe der Zeit (a) bis (c) gleicht sich die Temperatur längs des Stabs aus.

Sterne vergessen nicht alles

Auch andere Elemente wie Sauerstoff, Stickstoff und Neon lagert der Stern genau dort ab, wo sie entstanden sind, also tief in seinem Innern. Die chemische Analyse der Gase an seiner Oberfläche gibt dagegen heute immer noch recht genau die ursprüngliche Zusammensetzung des Sterns wieder. Erst gegen Ende seines Lebens bläst der Stern die schweren Elemente, die in ihm entstanden sind, in die Gas- und Staubwolken, aus denen er einst hervorging, zurück.

Über meinen langen Ausführungen war der Zug mittlerweile in Augsburg angekommen. Zufrieden und in der Gewissheit, meinen Freund überzeugt zu haben, musste ich feststellen, dass er eingeschlafen war. Und so wundert er sich vielleicht noch heute, wie Astronomen das Leben der Sterne berechnen können, ohne Genaueres über ihre Geburt zu kennen. <<



Rudolf Kippenhahn leitete von 1975 bis 1991 das Max-Planck-Institut für Astrophysik in Garching. Jetzt lebt er als Schriftsteller in Göttingen.

TIPPS&TOOLS

Kosmische Nachbarschaft

Atmosphärische Phänomene und benachbarte Objekte im Weltall – vom Mond bis zum nächstgelegenen Kugelsternhaufen – sind das Thema dieser Glanzlichter.



Mondmosaik

Fotografiert am 26. Juni durch einen C80/500-Refraktor mit einer Philips TouCam Vesta Pro, bearbeitet mit iMerge >> Reinhard Schielinsky





Vier auf einen Streich

Saturn, Mars, Mond und Venus am 22. Mai mit einer Minolta SRT 100 bei Blende 1,7 zwanzig Sekunden auf Kodak Elite Chrome 200 aufgenommen **>> Martin Wagner**



Nordamerikanebel

Der Emissionsnebel NGC 7000 im Schwan wurde durch ein 300-mm-Tele, f/4, zehn Minuten auf Kodak E200 belichtet. **>> Claus Mühle**



Seltene Begegnung

Der Schnappschuss gelang im Rahmen regelmäßiger Beobachtungen der Venus. **>> Detlev Niechoy**



Wiege der Sterne

Orionnebel M 42, aufgenommen mit einem Vier-Zoll-Refraktor von Vixen und einer Starlight MX 916 im LRGB-Verfahren >> Hannes Schmidt



Ungleiches Paar

Das Foto von Antares und M 4 gelang mit einer Canon-10D-Kamera und einem Pentax 75 SDHF auf der Insel La Palma. >> Stephan Glutz



Wetterimpression

Doppelter Regenbogen über Berlin-Gropiusstadt. Festgehalten mit einer Olympus Camedia C-2040-Z >> Klaus-Peter Janovics



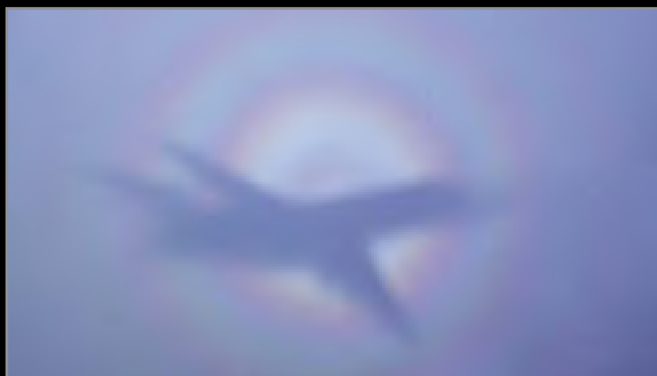
Zur Geisterstunde

leuchteten diese Nachtwolken Anfang Juli über Frankfurt (Oder). Mit einer Canon EOS 300D wurden sie festgehalten. >> Uwe Müller

Dreiviertelmond

Das Bild unseres kosmischen Nachbarn entstand mit einer Fuji FinePix S7000 und einem Sechs-Zoll-Eichhorn-Refraktor. **>> Tobias Feigel**





Im Zentrum des Nebels

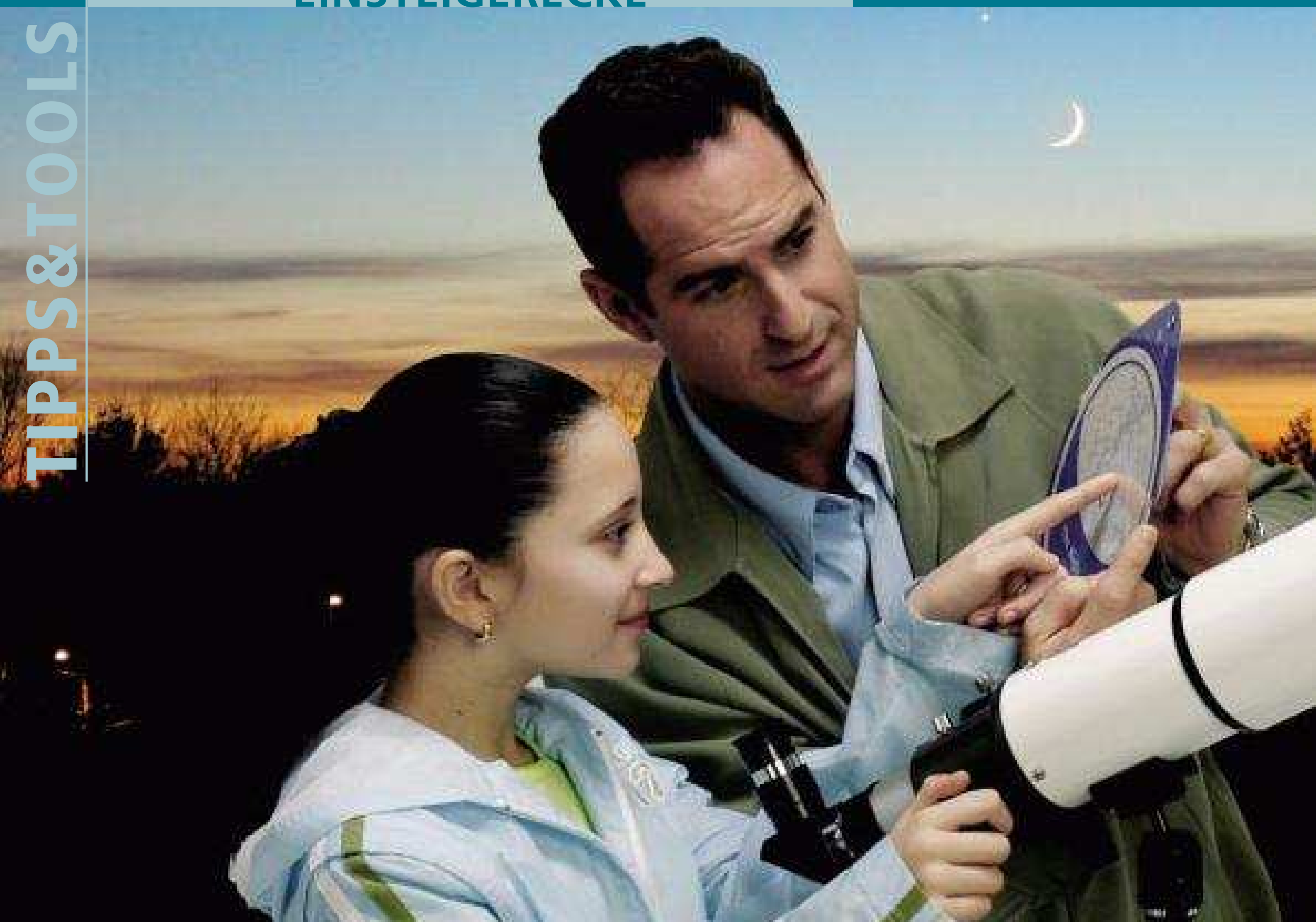
Der innere Bereich des Orionnebels M42 wurde mit einem Celestron C8 SC und einer Canon Powershot G2 fotografiert. **>> Rolf Geissinger**

Flugzeug mit Glorie

Der »Heiligenschein« oder die »Glorie« wurde während eines Fluges von Wien nach Brüssel gesichtet. **>> Franz Kerschbaum**

Machen Sie mit: Schicken Sie uns Ihre »Glanzlichter«.
Aus allen Einsendungen wählen wir einige der schönsten aus und veröffentlichen sie im Heft. (Bitte senden Sie uns hoch aufgelöste und ungezippte JPEG-Bilder. Geben Sie bitte auch Details über Teleskop, Kamera oder Aufnahmetechnik an.)

Adresse: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH • Redaktion ASTRONOMIE HEUTE • Postfach 10 48 40
D-69038 Heidelberg • E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de



Allzeit bereit: Drehbare Sternkarten

Wo bitte geht's zum Orion?
Drehbare Sternkarten sind wie »Straßenkarten« in die Welt der Sterne. Mit ihnen lernte jeder Amateurastronom, sich am Himmel zu orientieren.

Klein, handlich und praktisch, helfen sie dem Einsteiger und erfahrenen Beobachter, sich an jedem Tag und zu jeder Stunde am Himmel zurechtzufinden. **>> Alan M. MacRobert**

Die Bewegungen der Sterne haben den menschlichen Geist schon seit Urzeiten beschäftigt – von den alten Babyloniern, die versuchten, Himmelsereignisse vorherzusagen, über die griechischen Philosophen, die sich mit der Struktur des Universums selbst auseinander setzten, bis zu den heutigen Amateurastronomen, die nach dem Sternbild Andromeda suchen.

Inzwischen wissen wir sehr gut, wie der Himmel funktioniert. Er scheint sich zu drehen – Sterne und Planeten gehen im Osten auf und im Westen unter –, weil die Erde sich einmal am Tag um ihre eigene Achse dreht. Außerdem verschieben sich im Lauf des Jahres die Sternbilder, die man in der Nacht sieht, weil unser Planet einmal im Jahr um die Sonne kreist. Denn dadurch ist die Nachtseite der Erde – also jene Seite, die nicht zur Sonne zeigt – je nach Jahreszeit anderen Regionen des Alls zugewandt.

Um die scheinbare Bewegung des Himmels auf der Erde nachzuvollziehen, konstruieren Astronomen schon seit Jahrhunderten kleine Geräte, die diese Bewegungen mitmachen können. Ein solcher Apparat illustriert aber nicht nur die Drehung des Himmels im Verlauf



C. M. UTTER, R. T. FIENBERG / NIGHT SKY

von Tagen und Jahren, sondern hilft auch, Himmelsobjekte zu jedem beliebigen Zeitpunkt zu finden. Das einfachste Modell ist eine drehbare Sternkarte, auch Planisphäre genannt.

Viele dieser kleinen Hilfsmittel wurden im letzten Jahrhundert entworfen und hergestellt. Selbst die erfahrensten Beobachter verlassen sich auf sie – besonders zu ihnen ungewohnten Nachtzeiten.

Das Wort Planisphäre bedeutet »flache Kugel«. Diejenige Hälfte der Himmelskugel, die sich zu einer bestimmten Zeit über dem Horizont befindet – also der gesamte jeweils sichtbare Himmel –, wird in eine flache Karte gepresst. Sie lässt sich um den Himmelspol drehen, der vom Polarstern markiert wird. Während sich die Karte dreht, gleitet ein Teil des Himmels unter eine ovale transparente Maske, deren Rand den Horizont des Beobachters darstellt. Dreht man die Karte, wird die tägliche Bewegung des Himmels nachgeahmt – inklusive Auftauchen und Verschwinden am östlichen beziehungsweise westlichen Horizont.

Das ursprüngliche Prinzip der drehbaren Sternkarte wurde schon im alten Rom angewendet. Der Architekt und Ingenieur Vitruvius beschrieb um das Jahr 27 v. Chr. eine auf einer massiven Platte eingravierte Sternkarte, über der eine drehbare Horizontmaske angebracht war, um so die Aufgänge und Untergänge von Himmelskörpern darzustellen. Von einer Wasseruhr gesteuert, vollführte die Maske täglich eine vollständige Umdrehung und blieb so mit der scheinbaren Bewegung des Himmels synchron.

Etwa um das 4. Jahrhundert n. Chr. war vor allem im arabischen Raum eine Version in Gebrauch, die als »Astrolabium« bekannt wurde. Diese Sternkarten bestanden aus einem skelettartigen Metallgebilde, das sich über einem Kreis drehte, der den Horizont des Beobachters darstellte. Im Mittelalter verfeinerten Araber und Perser das Astrolabium und entwickelten es dadurch zu höchster Vielseitigkeit und Schönheit. Manche dieser kunstvoll gearbeiteten »mathematischen Schmuckstücke« gelangten bis nach Europa, wo sie geradezu als magische Gegenstände verehrt wurden. »All die Erkenntnisse, die mit Hilfe eines so noblen Instruments wie dem Astrolabium gefunden wurden und vielleicht auch noch gefunden werden, sind keinem Sterblichen dieser Region vollständig bekannt, schrieb 1391 der englische Dichter Geoffrey Chaucer. Als das Mittelalter zu Ende ging, waren Astrolabien das allgemein bekannte Markenzeichen der Astronomen und Astrologen.

Sie dienten üblicherweise dazu, aus dem Stand der Sonne und der Sterne die Zeit zu bestimmen. Die Erfindung genauer Uhren erlaubte dann eine Umkehrung dieser Prozedur: Kannte man die Zeit, konnte ein solches Gerät dazu verwendet werden, um Sterne zu finden. Und genau so werden drehbare Sternkarten heute noch benutzt.

Eine kleine Anleitung

Die Grundidee ist einfach. Man dreht an einem Rad und platziert die aktuelle Zeit neben das Datum. Schon verfügt man über eine maßgeschneiderte Karte jener Sterne, die sich gerade über dem Horizont befinden. Der Rand des im ovalen Fenster der Sternkarte sichtbaren Himmelsausschnitts repräsentiert dabei den gesamten Horizont um Sie herum. Das Zentrum des Ovals weist auf den Himmel senkrecht über Ihnen – genau wie auf unserer Sterntafel in der Mitte des Hefts (S. 42 und 43).

In der Praxis müssen sich Anfänger dabei vor einigen Fallen in Acht nehmen. Hier einige Tipps:

>> Es ist eine traurige Tatsache, dass viele der verkauften Planisphären schlechte Sternkarten haben, die selbst Experten frustrieren würden. Vor allem werden helle und schwächere Sterne auf den Karten zu ähnlich dargestellt. Karten mit Besonderheiten, wie im Dunkeln leuch- >



AH

Drehbare Sternkarten gibt es in den unterschiedlichsten Ausführungen. Die Polaris-Karte eignet sich für drei Breitengradzonen.



AH / NIGHT SKY

Alt und modern Astrolabien (links), die direkten Vorläufer der heutigen drehbaren Sternkarten (rechts), waren nur für einen kleinen Kreis Gebildeter und Betuchter erschwinglich.

> tende Sterne, sind diesbezüglich am schlechtesten. Denn echte Sterne sind von sehr unterschiedlicher Helligkeit – von strahlend hell bis nahezu unsichtbar. Wählen Sie eine Planisphäre aus, auf der die schwächsten Sterne als feinste Punkte dargestellt sind und die hellsten um ein Vielfaches größer, zum Beispiel die Polaris-Sternkarte vom Kosmos-Verlag (siehe Bild oben).

Auf den richtigen Dreh kommt es an

Der Kartenausschnitt einer Planisphäre ist notwendigerweise klein. Er komprimiert eine ganze Himmelshalbkugel auf ein handgroßes Bild. Bedenken Sie also, dass die Sternbilder in Wahrheit viel größer erscheinen. Wenn Sie Ihr Auge nur ein kleines bisschen über die Karte gleiten lassen, entspricht das am Himmel einem riesigen Bereich. Der östliche und westliche Horizont mögen auf einer Planisphäre ziemlich nah beieinander liegen; aber wollen Sie sie sehen, müssen Sie sich umdrehen.

Eine solche Sternkarte abzulesen ist eigentlich nicht so kompliziert, wie es zunächst scheint. Blicken Sie zum Horizont und halten Sie die Karte aufrecht vor sich. Dann drehen Sie sie so lange, bis der Rand mit der Richtung, in die Sie blicken, unten zu liegen kommt. Diese Kante liegt nun horizontal und stimmt mit dem Horizont vor Ihnen überein. Auf diese Weise können Sie die Sterne, die auf der Karte über dem Horizont stehen, mit jenen am Himmel vergleichen. Ignorieren Sie alle anderen Bereiche der Karte, bis Sie die Richtung wechseln.

>> Die Verzerrung der Planisphäre bereitet zusätzliche Schwierigkeiten. Die Himmelskarten auf den Seiten 42 und 43 sind extra für den Zeitraum September bis November 2004 angefertigt, sodass sie die Konstellationen nur wenig verzerren. Eine Planisphäre dagegen muss das ganze Jahr über zu jeder Tageszeit korrekt funktionieren, und dazu bedarf es eines schwierigen Kompromisses. Sternbilder im südlichen Teil des Himmels werden nach den Seiten gestreckt, was den Vergleich mit den echten Sternbildern erheblich erschwert.

>> Eine drehbare Sternkarte funktioniert nur für einen schmalen Bereich der geografischen Breite zufrieden stellend. Von den meisten Modellen gibt es mehrere Ausgaben – jede für eine bestimmte geografische Breite. Finden Sie die ungefähre Breite Ihres Beobachtungsorts heraus (etwa mit einem Atlas) und wählen Sie eine geeignete Planisphäre.

>> Während der Sommerzeit muss man eine Stunde von der Zeit abziehen, die die Uhr anzeigt, bevor sie dann in der Planisphäre eingestellt wird.

Zeitkorrektur und Planeten

Tatsächlich basieren drehbare Sternkarten nicht einmal auf der Normalzeit, sondern auf etwas, das man als wahre Ortszeit bezeichnet. Die Differenz kann dabei je nach geografischem Standort bis zu dreißig oder vierzig Minuten betragen – oder sogar noch mehr, wenn Sie weit östlich oder westlich vom Zentrum Ihrer Zeitzone leben. Glücklicherweise macht eine halbe Stunde praktisch keinen Unterschied, wenn man einen Stern finden will. Wollen Sie jedoch ganz genau arbeiten, finden Sie die Zeitkorrektur für Ihren Wohnort auf der Webseite von ASTRONOMIE HEUTE unter »Basiswissen« und »Die drehbare Sternkarte«: www.wissenschaft-online.de/artikel/613956.

>> Schließlich sind auf einer Planisphäre die Planeten nicht verzeichnet, da sie ihre Positionen vor dem Sternhintergrund laufend verändern. Um sie aufzufinden, müssen Sie deren Himmelskoordinaten, Rektaszension und Deklination kennen, die Sie in Jahrbüchern wie »Ahnerts Kalender für Sternfreunde« finden. Die Angaben entsprechen der Längen- und Breiteneinteilung am Himmel. Damit können Sie den Ort eines Planeten auf der drehbaren Sternkarte mit Hilfe des Planetenzeigers einstellen. Wollen Sie aber nur wissen, welche Sternbilder gerade am Himmel zu sehen sind und wo genau sie sich zur jeweiligen Nachtzeit befinden, fallen diese Einschränkungen bei einer Planisphäre kaum ins Gewicht.

Es ist doch beachtlich, wie gut dieses einfache Himmelsmodell schon seit Jahrhunderten funktioniert und immer noch unentbehrlich ist. <<

Alan M. MacRobert ist seit 1982 Redakteur bei Sky & Telescope. Er begann im Alter von 14 Jahren mit dem Beobachten von Sternen.



AH

Ferngläser in der Astronomie

Feldstecher sind die idealen »Teleskope« für Einsteiger, zugleich aber so vielseitig einsetzbar, dass selbst versierte Beobachter nicht ohne sie auskommen.

>> Ed Ting

»Siehst Du es auch?« Mit einem Feldstecher kann jeder seine ganz persönliche »Late Night Show« veranstalten und Glanzlichter des Sternhimmels bewundern.

Kennen Sie das? Als astronomischer Neuling lesen Sie Zeitschriften wie ASTRONOMIE HEUTE und bestaunen die schönen Fotos der Himmelsobjekte. Vielleicht haben Sie dann den Wunsch, diese »Stars« selbst anzuschauen. Doch der Zeitaufwand für die Auswahl eines Teleskops und die damit verbundenen Kosten sind es Ihnen nicht wert.

Dabei kann man mit gewissen Einschränkungen einige Galaxien, Sternhaufen und Nebel bereits ohne Fernrohr sehen. Das klingt zu schön, um wahr zu sein? Keineswegs. Wenn Sie ein Fernglas daheim haben, ist Ihre erste Beobachtung nur noch eine klare Nacht entfernt. Häufig übersehen Anfänger dieses Gerät. Erfahrene Beobachter dagegen führen immer ein Fernglas mit. Verglichen mit Teleskopen sind Feldstecher leichter, billiger und sie erfordern kaum Zeit, um sie aufzubauen.

Keine Angst vor Zahlen

Ein weiterer Vorteil: Ihr Gesichtsfeld ist viel größer. Außerdem kann man, wie von der Natur vorgesehen, mit beiden Augen beobachten und muss nicht mit nur einem ins Okular schauen. Und anders als in Fernrohren sieht man immer aufrecht stehende, seitenrichtige Bilder. Doch der entscheidende Vorteil eines Feldstechers ist, dass man womöglich schon einen zu Hause hat. Wenn dem so ist, sollten Sie nun die Lektüre unterbrechen und ihn holen. Schauen Sie ihn sich an. Irgendwo auf der Rückseite sehen Sie zwei Zahlen, zwischen denen ein »×« steht. Gängige Kombinationen sind 8×32, 7×35, 7×50 und 10×50. Die erste Zahl steht für die Vergrößerung, die zweite für den Durchmesser der großen Frontlinsen in Millimetern. Häufig folgen weitere Zahlen: Angaben zum Gesichtsfeld. Sie sind ein Maß dafür, wie groß der Bereich ist, den man überblicken kann, und werden in Meter pro tausend Meter Entfernung oder häufig





BEIDE BILDER: CHUCK BAKER, NIGHT SKY

Gehäuseformen der Ferngläser mit Dachkantprismen (rechts) und Porroprismen (ganz rechts)

auch in Grad angegeben. Gesichtsfelder von Ferngläsern reichen von zehn Grad (die Größe des Kasten des großen Wagens) bis zu zwei Grad (entsprechend vier Vollmonddurchmessern) bei Modellen mit hoher Vergrößerung. Meist liegen die Werte jedoch zwischen fünf und acht Grad.

Was kann ich damit beobachten? Es spielt keine Rolle, welchen Feldstecher Sie im Schrank haben, er wird auf jeden Fall Ihre erste Beobachtungsnacht großartig ergänzen. Dazu sollte man sich vergegenwärtigen, dass in einer klaren Nacht etwa dreitausend Sterne mit dem bloßen Auge zu sehen sind. Selbst mit einem bescheidenen 7×35-Glas wächst ihre Zahl auf rund 100 000.

Natürlich lohnt es sich, am Nachthimmel mehr zu beobachten als ein paar zufällig verteilte Lichtpunkte. Während des Sommers bieten sich dafür viele Objekte an. Beispielsweise kann man Mizar und Alkor anschauen, ein enges Sternpaar am Knick der Deichsel des Großen Wagens. Möglicherweise ist auch Mizars sehr naher Begleiter zu erhaschen. Wer mit seinem Feldstecher entlang der Milchstraße vom Schwan über unseren Köpfen bis zum Schützen tief im Süden »spazieren guckt«, wird Sternansammlungen und leuchtende Wolken interstellaren Gases sehen (zum Auffinden der Sternbilder dient die Sternkarte auf Seite 42 und 43 in diesem Heft). Für meinen Geschmack sehen manche Bereiche der Milchstraße im Fernglas sogar besser aus als in irgendeinem Teleskop.

Im Herbst sollte man nicht die große Andromeda-Galaxie (M 31) verpassen, die wie eine diffus leuchtende ovale Wolke aussieht. Ein Blick auf den funkelnden Doppelsternhaufen im Sternbild Perseus lohnt ebenfalls. In klaren Winternächten sind die Sternhaufen der Hyaden und der Plejaden im Stier besonders gut zu sehen. Auch lohnt sich ein Abstecher zum Orionnebel (M 42), der vom Gürtel des Himmelsjägers Orion herabhängt. Und im Frühjahr ist der Sternhaufen Krippe (»Praesepe«, M 44) im Sternbild Krebs zu bewundern.

Was beim Kauf zu beachten ist

Wer noch kein Fernglas besitzt, sollte sich auf jeden Fall überlegen, eines zu kaufen. Angesichts der Fülle der Angebote fragt man sich natürlich, ob es Geräte gibt, die sich eher für die Astronomie als für die Tierbeobachtung oder ein Sportereignis eignen. Dem ist definitiv so. Feldstecher gibt es in zwei Gehäuseformen: dem vertrauten »stufigen« Porroprismen-Design und der eleganteren H-Form mit Dachkantprismen. Viele Ferngläser, die für astronomische Zwecke angeboten werden, beruhen auf Porroprismen – benannt nach dem italienischen Optiker Paolo Ignazio Pietro Porro, der sie 1854 erfand. Geräte mit Dachkantprismen sind komplizierter aufgebaut, in der Herstellung teurer und schwieriger zu justieren. Deshalb findet man sie vor allem im oberen Segment – und unerklärlicherweise auch am unteren Ende der Preisskala, aber selten im Mittelfeld. Lässt die Leistung eines Glases mit Dachkantprimsen zu wünschen übrig, heißt es daher häufig in Amateurkreisen, dass man wohl zu wenig Geld ausgegeben habe.

Für die astronomische Beobachtung sollte man natürlich die größtmögliche Öffnung haben. Denn je weiter der Durchmesser der Frontlinse ist, desto schwächere Objekte kann man noch sehen. Wenn alle anderen Eigenschaften übereinstimmen, sammeln 7×50-Ferngläser mehr Licht als 7×35-Geräte.

In den vergangenen Jahren erreichte der Slogan »größer ist besser« eine neue Dimension: Riesenferngläser drängten auf den Markt. Dabei handelt es sich um Geräte, die so aussehen, als habe jemand einem 7×50-Feldstecher Anabolika verabreicht. Die gängigen Öffnungen liegen bei 70, 80 und sogar 100 Millimeter. Fujinon fertigt gar 150-Millimeter-Modelle, also das Äquivalent zu zwei Sechs-Zoll-Teleskopen – für jedes Auge eines. Stative oder spezielle Untersätze sind Pflicht für diese Ungetüme. Solche Ferngläser können Ihre Ausrüstung ergänzen, aber ich empfehle sie nicht als Erstinstrument, da sie zu sperrig sind. Kaufen Sie zuerst ein bescheidenes 7×35 oder 10×50, die Riesen vielleicht später.

Eine weitere Neuerung sind bildfeldstabilisierte Feldstecher. Diese Geräte >



C.M. UTTER, NIGHT SKY

Eingravierte Angaben für Vergrößerung (10fach) und Durchmesser der Frontlinsen (50 mm)

> nutzen den gleichen raffinierten Mechanismus wie hochwertige Videokameras. Auf einen Knopfdruck scheint das Bild schlagartig stillzustehen, sodass viel höhere Vergrößerungen möglich werden, weil das Zittern der Hand nicht ins Gewicht fällt. Man sieht mit solchen Geräten also mehr als mit Ferngläsern gleicher Öffnung.

Wie groß darfs denn sein?

Als diese Wunderwerke auf den Markt kamen, war ich zunächst skeptisch, aber dann sehr schnell überzeugt. Beispielsweise waren mit einem kompakten, bildfeldstabilisierten 10×30-Glas die Galaxien M 81 und M 82 in der Nähe des Großen Wagens von einem dunklen Beobachtungsplatz aus ohne Schwierigkeiten zu sehen. Ich versuchte sogar, das Bild gezielt zum Wackeln zu bringen, indem ich meine Arme bewegte, doch es rührte sich nichts.

Man könnte zunächst vermuten, dass höhere Vergrößerungen besser sind. In der Praxis zeigt sich sehr schnell, dass es ohne Bildstabilisierung bei zehnfacher Vergrößerung und höher schnell zu Ermüdungserscheinungen der Arme kommt, wenn man das Glas ruhig halten will. Welche Vergrößerung die beste für ein Fernglas ist, wird immer wieder diskutiert. Die Verfechter geringer Vergrößerungen empfehlen sieben- bis achtfach, während die Anhänger höherer Vergrößerungen für zehnfach plädieren. Der Zugewinn an Details und dunklerem Himmelshintergrund bei höheren Werten sei die Anstrengung wert, um den Feldstecher ruhig zu halten.

Ich bin ein überzeugter Verfechter der niedrigen Vergrößerungen, da ich bei der Beobachtung den Unterschied zwischen sieben- und zehnfach als nicht so gravierend empfinde. Außerdem ermüde ich deutlich weniger bei schwach vergrößernden Ferngläsern. Wenn Sie jedoch die Möglichkeit zu einem Vergleich haben, sollten Sie es einfach mal selbst ausprobieren und dann entscheiden.

Eine große Bedeutung kommt der Austrittspupille zu. Dabei handelt es sich um den Durchmesser des Strahlenbündels, das aus dem Feldstecher austritt und in das Auge gelangt. Man kann die Austrittspupille berechnen, indem man die Öffnung durch die Vergrößerung teilt. Ein 7×50-Glas hat also eine sieben Millimeter große Austrittspupille, ein 7×35-Gerät kommen auf fünf Millimeter.

Die Größe ist wichtig, weil sich nicht bei jedem die Augenpupillen gleich weit öffnen. Junge Menschen (unter 30 Jahren) haben sieben Millimeter große Pupillen. Als Faustregel gilt, dass mit jedem weiteren Lebensjahrzehnt die Pupillengröße um einen Millimeter schrumpft. Ältere Menschen können also ein Fernglas mit großer Austrittspupille nicht ausnutzen: Für sie gibt es nur wenig Leistungsunterschiede zwischen einem 7×35- und einem 7×50-Glas – obwohl das größere Gerät viel mehr Licht sammelt.

Testen Sie Ihr Glas

Natürlich ist der beste Weg, um ein Fernglas auszuwählen, ein Test in einer klaren Nacht. Ihr örtlicher Optikhändler wird davon aber möglicherweise nicht begeistert sein. Zum Glück lässt sich auch im Laden in wenigen Minuten herausfinden, wie gut ein Fernglas wirklich ist. Diese Tests funktionieren immer, und wer sie sich aneignet, gilt bald als Experte für Ferngläser.

Zuerst sollte man sich die Frontlinsen verschiedener Feldstecher genau an-

Schön ruhig

Sie werden bald feststellen, dass das größte Problem bei der astronomischen Beobachtung mit Ferngläsern das Wackeln ist. Wenn das betrachtete Objekt im Gesichtsfeld wild herumhüpft, werden Sie das Ganze kaum genießen können. Um diesem Problem beizukommen, gibt es verschiedene Möglichkeiten:

>> Setzen Sie niedrige Vergrößerungen ein. Die meisten Menschen können siebenfach vergrößernde Geräte bequem halten und manche sogar für kurze Zeit Zehnfach-Gläser. Bei höheren Vergrößerungen wird man ohne stabilen Untersatz kaum ruhige Bilder sehen.

>> Wer im Stehen beobachtet, sollte sich anlehnen – an ein Auto, einen Baum oder an eine Hauswand. Weniger Gewackel ist die Folge.

>> Wer lieber sitzt, sollte einen Liegestuhl ausprobieren. Je weiter die Lehne nach hinten geht, desto besser. Denn wenn der Rücken Unterstützung bekommt, wird die Beobachtung schlagartig ruhiger. Achten Sie auch darauf, dass Sie bei einem Stuhl ohne Rückenlehne nicht umkippen, wenn Sie mit dem Fernglas über Ihrem Kopf schauen.

>> Manche Sterngucker erreichen eine Stabilisierung des Feldstechers, wenn sie ihn möglichst weit vorne halten und dann leicht gegen ihren Kopf drücken. Bei mir hat es allerdings nicht viel gebracht.

>> Für zitterfreie Beobachtungen sollte man ein spezielles Stativ für Ferngläser kaufen. Das kann sowohl eine einfache L-förmige Klammer sein, die man an einem Fotostativ befestigt, als auch eine aufwändige Montierung in Parallelogrammform, mit der sich ein Fernglas auf jeden Neigungswinkel einstellen lässt.

>> Schauen Sie sich im Internet um, was es so alles an selbst gebauten Fernglasmontierungen gibt. Auch wenn Sie nie eine nachbauen werden, dürften Sie von den faszinierenden Konstruktionen begeistert sein, die sich andere haben einfallen lassen.



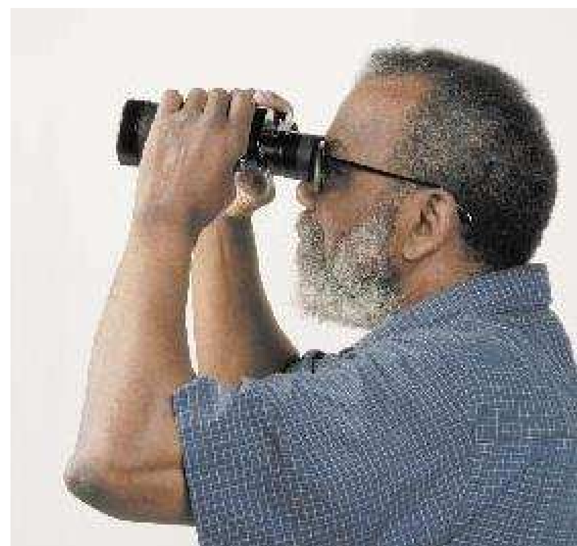
R. RALBY

Große, schwere Ferngläser brauchen ein Stativ. Ansonsten wackelt das Bild und der Spaß beim Beobachten ist dahin.









ALLE VIER BILDER: C. M. UTTER, NIGHT SKY

Vier gewinnt Prüfen Sie, ob die Frontlinsen nicht zu stark reflektieren (links oben), die Austrittpupille rund ist (rechts oben) und die beiden Hälften richtig justiert sind (links unten). Brillenträger sollten darauf achten, dass sie das gesamte Gesichtsfeld überblicken können (rechts unten).

schauen. Dies kann man direkt im Laden tun, am besten bei hellem Licht. Sie bemerken dann schnell, dass manche Linsen »heller«, reflektierender erscheinen als andere. Wählen Sie die Modelle aus, die am dunkelsten erscheinen, da dies ein Zeichen für eine hochwertige Vergütung ist. Je besser diese ist, desto mehr Licht gelangt in das Auge des Beobachters. Reflexionen an der Außenseite der Linse bedeuten dagegen, dass ein Teil des Lichts nach außen »weggespiegelt« wird und damit nicht in Ihr Auge kommt.

Früher konnte man die Qualität einer Vergütung aus der Beschriftung auf dem Gerät entnehmen. Angaben wie »vergütet«, »multivergütet« oder »voll multivergütet« sind inzwischen allerdings nahezu wertlos. Die Qualität eines Feldstechers zeigt sich beim Hindurchgucken, also schauen Sie sich die Geräte an, und lassen Sie sich durch Aufschriften wie »rubinbeschichtete Linsen« nicht täuschen.

Als nächstes sollten Sie die Ferngläser auf Armlänge gegen eine helle Lichtquelle halten, wobei die Okulare zu Ihnen zeigen müssen. Anders gesagt: Schauen Sie aus einem gewissen Abstand durch den Feldstecher hindurch, um die Form der Austrittspupillen zu überprüfen. Man sollte meinen, dass diese immer perfekt rund sind. Aber dem ist nicht so. Bei billigeren Ferngläsern haben sie eine leicht eckige Form, als ob jemand die Seiten abgeschnitten hätte.

Entscheiden Sie sich bitte für die Geräte mit runden Austrittspupillen, da deren Prismen eine höhere Qualität haben. (Sie können auch das Datenblatt zu Rate ziehen: Die besten Prismen bestehen aus BAK-4-Glas, während bei den anderen BK-7 zum Einsatz kommt.) Eine hohe Qualität der Prismen ist für eine gute Leistung des Fernglases unerlässlich. Aber da sie im Innern des Geräts versteckt sind, wird ein Hersteller zuerst an ihnen sparen, wenn er den Preis drücken muss. Unrunde Austrittspupillen sind ein sicherer Hinweis darauf, dass Prismen von geringer Qualität oder nicht ausreichender Größe in dem Glas verwendet werden.

Brillenträger sollten außerdem überprüfen, ob sie das gesamte Gesichtsfeld des Geräts überblicken können.

Guter Durchblick mit und ohne Brille

Falls Sie nur kurz- oder weitsichtig sind, könnten Sie auch ohne Brille beobachten und den Sehfehler über die Scharfstellung des Fernglases korrigieren. Für Menschen, die unter Astigmatismus leiden, ist dieser Test besonders wichtig, da sie immer mit Brille beobachten müssen.

Schließlich sollte man noch ermitteln, ob die beiden Hälften des Feldstechers parallel zueinander liegen. Erfahrene Beobachter können das recht schnell feststellen, aber Anfänger tun sich häufig schwer damit. Bei Ferngläsern, die nicht richtig ausgerichtet sind, bekommt man ein bisschen das Gefühl, seekrank zu werden. Schwierigkeiten, die beiden Bilder zur Deckung zu bringen oder ein Gefühl der Erleichterung, wenn man das Gerät wieder absetzt, sind ebenfalls eine typische Folge. Solche Modelle sollte man gar nicht erst kaufen. Befolgt man diese Regeln, kommt man der Wahl eines qualitativ hochwertigen Fernglases schon recht nah – auch wenn man kaum hindurchgeschaut hat.

Ein letzter Rat noch: Alles so einfach wie möglich. Daher sollte man Zoom-Feldstecher und Ferngläser mit eingebauter Kamera, die tagsüber ganz gut funktionieren, für astronomische Beobachtungen nicht verwenden. Dagegen sehen Sie mit einem herkömmlichen Einsteigermodell mehr vom Nachthimmel, als Sie sich vielleicht jemals vorgestellt haben. <<

Ed Ting lebt in Amherst, New York, und testet Beobachtungsgeräte. Seine Erfahrungen fließen in seine Website ein: www.scopereviews.com.

Marktübersicht Feldstecher

Bushnell (Bausch & Lomb)
www.bushnell.de, www.tasco.de
Verschiedene Geräte der Serien NatureView, PowerView und Legacy (Markenname Bausch & Lomb) sind für die Sternbeobachtung geeignet, die zum Teil weniger als hundert Euro kosten. Die Produktpalette gliedert sich in drei Marken: Tasco für das untere, Bushnell für das mittlere und Browning für das gehobene Segment.

Canon
www.canon.de
Neben zwei einfachen Geräten mit Dachkantprismen gibt es fünf Modelle mit Bildfeldstabilisierung von 8 × 25 bis 18 × 50, die zwischen 319 und 1379 Euro kosten. Dank der wackelfreien Bilder sind sie viel leistungsfähiger als normale Gläser gleicher Öffnungen.

Celestron
www.celestron.de
Am besten eignet sich die Ultima-Serie (8 × 56 bis 10 × 50). Dies sind Produkte der Firma Vixen, die unter dem Celestron-Label vertrieben werden. Auch die größeren SkyMaster-Gläser (15 × 70 bis 25 × 100; 125 bis 539 Euro) sind gut. Alle Feldstecher verwenden Porroprismen. Die VistaPix-Reihe mit integrierten Farbdigitalkameras ist für schwache Himmelsobjekte zu unempfindlich. Baader Planetarium bietet auch noch einen 15 × 80-Feldstecher zum Preis von 498 Euro unter eigenem Label an.

Coronado
www.apm-telescopes.com,
www.fernrohrland.com
Neu ist der BinoMite 10 × 25-Feldstecher mit Dachkantprismen und integriertem Sonnenfilter (139 Euro).

Eschenbach
www.eschenbach-optik.de
Im Angebot sind eine ganze Reihe von Geräten mit Porro- und Dachkantprismen. Ein 7 × 42-Dachkant beispielsweise kostet 429 Euro, ein 7 × 50-Porro 72 Euro.

Fujinon
www.fujinon.de
Besonders eindrucksvoll sind das 7 × 50-MT-SX (570 Euro), das 10 × 70-FMT-SX (870 Euro) sowie eine Modellreihe mit 150 Millimeter Öffnung (ab 5300 Euro) Das Techno-Stabi 14 × 40 (1290 Euro) besitzt eine Bildfeldstabilisierung. Fujinon-Gläser benötigen häufig eine spezielle Montierung.


A. OTAWARA / T. GUIDO

Yuji Hyakutake und sein Fujinon

Leica und Zeiss
www.leica.de, www.zeiss.de
Für die Himmelsbeobachtung eignet sich Leicas Ultravid-Reihe, die sechs Geräte von 7 × 42 bis 12 × 50 (1350 bis 1700 Euro) umfasst. Zur umfangreichen Produktlinie von Zeiss gehören auch das 20 × 60-ClassiC mit Bildstabilisierung (4680 Euro) und das 5,6 × 62-Monokular Victory Night Vision (3580 Euro) mit einem 20 000fach Bildverstärker.

Meade
www.meade.de
Für die Astronomie sind die Porroprismen-Modelle von 7 × 35 bis 16 × 50 (70 bis 500 Euro) zu bevorzugen. Auch das neue 9 × 63-Gerät mit BAK-4-Prismen lohnt sich. Die Reihe CaptureView mit integrierten Digitalkameras macht für die Astronomie wenig Sinn.

Minolta, Nikon, Olympus und Pentax
www.minolta.de, www.nikon.de,
www.olympus.de, www.pentax.de
Olympus-Geräte sind eher kompakt und leicht, die Pentax-Feldstecher hingegen etwas größer. Nikon-Gläser haben typischerweise eine hochwertigere Optik und kosten daher mehr. Der Hersteller bietet auch bildfeldstabilisierte Feldstecher an (von 12 × 32 bis 14 × 40; 1000 bis 1500 Euro).

Minox
www.minox.de
Ein ausgezeichnetes Dachkantprismen-Design von 8 × 32 bis 15 × 56. Preislich bewegen sich die Geräte in der Zeiss- und Leica-Klasse zwischen 750 bis 1300 Euro.

Steiner
www.steiner.de
Zwei geeignete Ferngläser sind im Angebot. Das 25 × 80-Modell (699 Euro) ist der Nachfolger des klassischen Steiners mit 15 × 80. Das kleinere 15 × 56 kostet 499 Euro.

Swarovski
www.swarovskioptik.at
In der Qualität ähnlich wie Leica und Zeiss. Für astronomische Zwecke eignet sich die SLC-Reihe mit den Modellen 7 × 42 Mark III (684 Euro), 8 × 56 (1510 Euro) und 10 × 50 (1510 Euro) umfasst. Es gibt auch Geräte mit Porroprismen, das 7 × 42 kostet 1225 Euro.

Vixen
www.vixen-europe.de
Die astronomisch interessanten Ferngläser der Modellreihen Ultima, Apex und Foresta beginnen bei 8 × 32 für 149 Euro und reichen bis 30 × 80 (659 Euro).


VIXEN

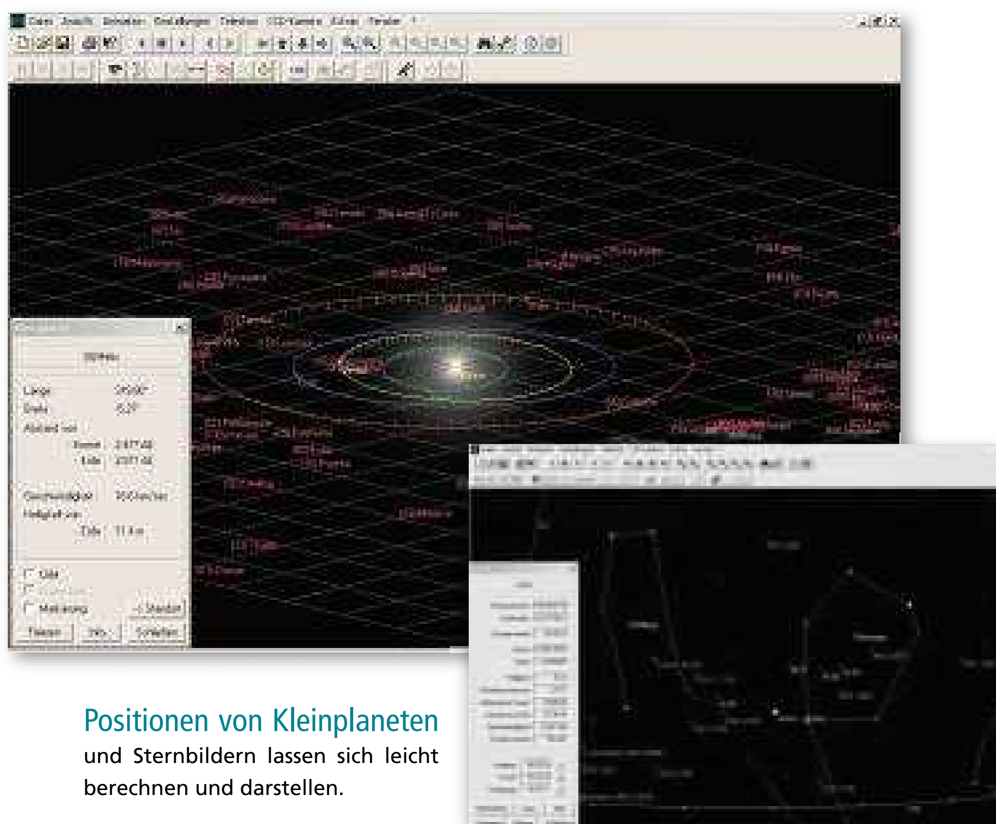
Foresta von Vixen

Unverbindliche Preisangaben der Hersteller.

EasySky – Sternhimmel leicht gemacht

Suchen Sie ein praxistaugliches, einfach zu bedienendes Programm für alle Bereiche des amateurastronomischen Alltags? Dann probieren Sie EasySky. >> **Peter Strub**

Die erste Bekanntschaft mit EasySky hinterlässt einen erfreulichen Eindruck. Eine problemlose Installation und der anschließende Start versetzt einen geradewegs unter den aktuellen Sternhimmel. Ein paar Bewegungen und Klicks mit der Maus und schon fühlt man sich heimisch: Mit der linken Maustaste erhält man Informationen zum angewählten Himmelsobjekt, mit der rechten Maustaste schiebt sich die angeklickte Position in die Bildschirmmitte. Mit dem Scrollrad wird der angezeigte Bildausschnitt vergrößert oder verkleinert. Wirklich sehr einfach! Nach nur kurzer Eingewöhnung geht die Navigation am Sternhimmel intuitiv und flüssig von der Hand. Alle wichtigen Funktionen sind schnell und ohne große Suche erreichbar. Die verschiedenen Darstellungsoptionen findet man fast auf Anhieb. Dabei hilft nicht zuletzt das Tutorial, das in viele Programmfunktionen zwar nur kurz, aber gut verständlich einführt. Die von EasySky erzeugten Himmelsansichten können sich durchaus sehen lassen, auch wenn dabei eine möglichst naturgetreue Imitation des Sternhimmels nicht im Vordergrund steht, sondern eher der Nutzen für den alltäglichen Gebrauch.



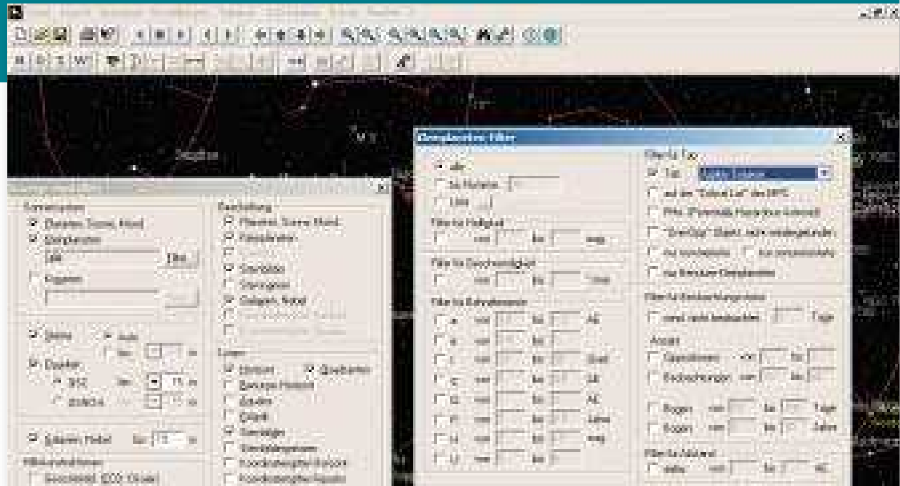
Positionen von Kleinplaneten und Sternbildern lassen sich leicht berechnen und darstellen.

Viel Raum für Individuelles

Fast alles kann den eigenen Bedürfnissen angepasst werden, wie die Grenzgrößen unterschiedlicher Objekttypen, Koordinatenlinien, Sternbilder, Beschriftungen und Farben der verschiedenen Objekte und Hilfslinien. Das Programm basiert auf dem PPM-Katalog (Positions and Proper Motions Catalogue) des Astronomischen Rechen-Instituts, Heidelberg, und dem GSC-Katalog (Guide Star Catalogue) des Space Telescope Science Institutes und umfasst Sterne bis 15. Größe. Des weiteren enthält es Messier-, NGC- und IC-Objekte. Mit dabei sind auch alle bis Mitte 2003 gefundenen Kleinplaneten. Um hier auf dem aktuellen Stand zu bleiben, besitzt EasySky eine weit gehend automatisierte Updatefunktion, mit der es die neuesten Bahndaten vom Minor Planet Center des Smithsonian Astrophysical Observatory herunterlädt.

Kleinplaneten sind offensichtlich das Steckenpferd des Programmautors. Neben Katalognummer und visueller Helligkeit kann man auch nach Kleinplanetenfamilie, Bahnelementen und sogar Eigenbewegung am Himmel suchen. Im Handumdrehen hat man Gesichtsfeld und Spur eines Planetoiden bestimmt. Man kann diesen am Himmel mit dem Teleskop auch direkt per Computer ansteuern und sich anschließend durch eine Aufnahme vergewissern, ob an der berechneten Position tatsächlich ein Kleinplanet seine Bahn gezogen hat.

Wer sich lieber den großen Planeten widmet, wird jedoch ein paar Dinge vermissen. Wie schon erwähnt, verzichtet EasySky auf möglichst realistische Darstellungen und damit auch auf Oberflä-



chenstrukturen der Planeten. Man kann also nicht vor der Beobachtung noch schnell überprüfen, ob man etwa eine Chance hat, den Großen Roten Fleck auf Jupiter zu sehen. Leider werden abgesehen vom Mond keine Phasen der Planeten gezeigt. Auch die Planetenmonde kommen etwas zu kurz. Eine Darstellung des Saturnsystems wäre ebenfalls wünschenswert.

Die Himmelskörper lassen sich auf zwei Arten auf den Bildschirm bringen: als Himmelsansicht von der Erde oder von einem beliebigen Ort im Sonnensystem. Man kann sich sogar auf einem Objekt, etwa einem Planetoiden, niederlassen und aus dessen Perspektive die Bewegung der Planeten verfolgen. Mit Zeitraffer-Animationen können die Bewegungsabläufe im Sonnensystem auch anschaulich dargestellt werden.

Lohnende Demoversion

EasySky kann durch eine Vielzahl gut durchdachter Details Punkte sammeln. So kann man überall, wo eine Uhrzeit angegeben ist, wie bei Auf- oder Untergangszeiten eines Himmelskörpers, diese Zeit per Mausklick für die Himmelsdarstellung übernehmen. Setzt man das Programm begleitend bei Beobachtungen ein, ist es hilfreich, dass der angezeigte Himmel immer dem Stand der Gestirne folgen kann. Hat man den Horizont seiner Wahl eingestellt, sieht man sofort, wann ein Objekt hoch genug steht, um es auch über Berge, Bäume oder Häuser hinweg beobachten zu können.

Die Himmelsansichten kann man natürlich auch ausdrucken, was bis auf zwei Kleinigkeiten recht gut funktioniert. Zum einen kommen auf Detailkarten, die auf dem GSC-Katalog basieren, die Sterne ziemlich groß heraus. Dies soll zwar eine bessere Vergleichbarkeit mit CCD-Aufnahmen ermöglichen, lässt die

Reiche Auswahl EasySky ermöglicht es, die Darstellung den eigenen Bedürfnissen anzupassen.

ausgedruckten Karten aber unnötig voll erscheinen. Zum anderen werden sich überlappende Sterne nicht durch weiße Ringe voneinander abgesetzt, was gerade in dichten Sternfeldern die Übersichtlichkeit verschlechtert. Der Autor des Programms hat diese Mängel auf Nachfrage jedoch bereits in die Wunschliste für Verbesserungen aufgenommen und will bei künftigen Updates Abhilfe schaffen. Ein Blick auf die EasySky-Mailingliste zeigt, dass dies in der Vergangenheit keine leeren Versprechungen waren.

EasySky lässt das Herz des Kleinplanetenbeobachters höher schlagen, kann sich aber auch auf den meisten anderen Einsatzgebieten sehen lassen. Es überzeugt durch eine durchdachte Bedienung, durch die es im Vergleich zu manch anderem Programm schneller und direkter zum gewünschten Ergebnis führt. Es läuft selbst auf einem nicht mehr ganz taufrischen 200-MHz-Rechner sehr flüssig. Wem es nichts ausmacht, dass Planeten und Monde etwas zu kurz kommen, sollte auf jeden Fall einen Blick auf die Demoversion werfen. Es lohnt sich, denn EasySky ist auf jeden Fall eine Empfehlung wert. <<

Peter Strub promoviert an der Landessternwarte Heidelberg und testet regelmäßig Astroprogramme.

EasySky 4.0

Online-Bestellung und Demoversion auf www.easysky.de
Vollversion: € 50,– zzgl. Porto und Verpackung
Systemanforderungen: Microsoft Windows 95 oder höher

Planetarium-online.info

Wenn es irgendwo im AH-Land ein Planetarium gibt – auf dieser Webseite finden Sie es. **>> Oliver Dreissigacker**

Die tagtägliche Bewegung des Sternhimmels mit dem Auftreten der Planeten wird gerne als »Sterntheater« bezeichnet, das auf seiner Freilichtbühne bestaunt werden kann. Im Gegensatz dazu sind Planetarien das astronomische Kino. Allen meteorologischen Widrigkeiten zum Trotz können Sie hier in einem bequemen Sessel mit Popcorn und einer Limonade auf die Reise in die unendlichen Weiten des Alls gehen.

Aber wo ist das nächstgelegene »Astroplex«? Wenn Ihnen die Angabe von Adresse und Homepage ausreicht, werden Sie im German Astronomical Directory GAD fündig. Weiterführende Informationen sowie die Geschichte der Planetarien – auch über unseren Artikel auf S. 28 hinaus – finden Sie dagegen auf den Internetseiten von Andreas Scholl.

Diese sind auch von den Fachleuten so gut angenommen, dass sie untereinander auf dem »Marktplatz« diverses Zubehör austauschen, insbesondere auch für ältere Geräte, für die es keinen Herstellersupport mehr gibt. Haben Sie vielleicht das deutsche Wetter satt und wollen Ihre Teleskopkuppel statt mit einem Fernrohr lieber mit einem ausgedienten Projektor ausstatten? Kein Problem!

Der 29-Jährige aus Leonberg war schon als Kind Stammgast im Stuttgarter Planetarium. Kaum hatte er den Führerschein, begann er, auch fernere Planetarien zu besuchen. Mittlerweile kommt er auf 150. Wenn andere Urlaub auf Mallorca machten, klapperte Scholl die Treffen der Fachleute ab. Höhepunkt war eine Tour, die ihn zu 54 Sternkinos führte. Schon auf seiner ersten, privaten Homepage hatte Scholl eine Karte der Einrichtungen (links), inzwischen ist sie anklickbar. Da es aber keine Webseite gab, die die Geschichte der Sternkinos erzählt, begann er mit planetarium-online, die seitdem laufend erweitert und aktualisiert wird und schon ein paar Redesigns erlebt hat.

Und das lohnt sich. Zum einen für den Besucher, der hier alle erdenklichen Informationen zu Entwicklung und Funktionsweise der Projektoren erfährt, elegant verpackt und ausführlich erzählt, ohne jedoch dabei abzuschweifen.

Zum anderen zahlte sich dieses Engagement für Scholl aus: Im Februar 2002 ließ der Groß- und Außenhandelskaufmann Kugellager und Verschraubungen hinter sich und trat in Tirol die Stelle als technischer Leiter des Zeiss-Planetariums in Schwaz an. Dort ist er unter anderem für die Programmierung der Shows zuständig. <<

Einstieg ins Thema Der Index verweist auf die ansonsten erfreulich werbefreien Seiten.

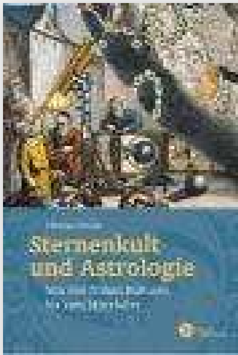


Deutschland nach Planetarien Weitere Karten gibt's natürlich auch für Österreich und die Schweiz.

Redakteur **Oliver Dreissigacker** schrieb seine ersten Artikel für das Amateurastronomenmagazin am wieder eröffneten Mannheimer Planetarium.

Weblinks

www.astronomie.de/gad/Planetarien.htm • www.andreas.scholl.de • www.planetarium-online.info



Thomas Schäfer

Sternenkult und Astrologie
Von den frühen Kulturen bis zum Mittelalter

ppb-Ausgabe, Patmos paperback, Düsseldorf 2004
213 Seiten
ISBN 3-491-69117-6
9,95 E

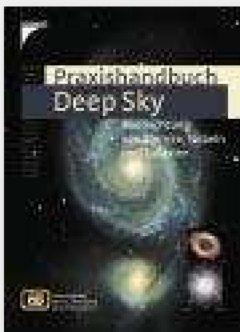
Gott und die Welt

Was hat uns die Astrologie in der heutigen, streng naturwissenschaftlich geprägten Zeit noch zu sagen? In seinem Buch »Sternenkult und Astrologie« gibt Thomas Schäfer einen Abriss über Wesen und Geschichte der Astrologie. Dabei beschreibt er die psychologische und religiöse Funktion, die der Sternenkult in verschiedenen Kulturen und in unterschiedlichen Epochen hatte.

In der recht interessanten Einleitung trägt Schäfer vieles zusammen, was man zu diesem Thema wissen sollte: Zum Beispiel, dass praktisch alle Völker »Gott« und »Himmel« miteinander verbinden, oder wie es zur Entstehung der Sternbilder und Tierkreiszeichen kam. Die folgenden Kapitel behandeln die Sternenkulte historischer Zivilisationen aus Mesopotamien, Indien oder Ägypten und ihre zum Teil verblüffenden Übereinstimmungen. Das Werk schließt mit der Untersuchung des Wahrheitsgehalts der Astrologie. Gerade hier bleibt Schäfers Standpunkt allerdings seltsam schwammig. Er schreibt zwar wiederholt, die Astrologie vermittle »archetypische Sichtweisen« – also solche, die in jedem Menschen abrufbar sind (zum Beispiel, dass der Mond für das Prinzip Fruchtbarkeit steht). Doch zur entscheidenden Frage, ob die Sterne Einfluss auf unser Schicksal haben oder zumindest Auskunft darüber geben können, bezieht er keine klare Stellung.

Zur beschaulichen Lektüre eignet sich das Buch nicht, denn dazu ist es zu sachlich geschrieben. Überdies enthält die Paperback-Ausgabe keine einzige Illustration. Auch Einsteigern kann man das Werk nur bedingt empfehlen, denn der Autor wirft allenfalls Streiflichter auf die historische Astrologie und nimmt sich selten Zeit für längere, umfassende Darstellungen. Fachkundigen kann das Buch jedoch sicher nützliche Dienste leisten – als Zusammenfassung der Thematik und Literaturübersicht.

>> Frank Schubert



Wolfgang Steinicke

Praxishandbuch Deep Sky
Beobachtungen von Sternen, Nebeln und Galaxien

Kosmos-Verlag, Stuttgart 2004
208 Seiten mit 150 Farbfotos und 30 Illustrationen
ISBN 3-440-09779-X;
29,90 E


KOSMOS-VERLAG

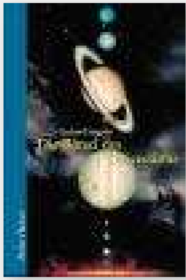
Tiefer Himmel

Der Einstieg in das Hobby Astronomie führt oft über die Beobachtung von Sonne, Mond und Planeten. Wer über den Tellerrand unseres Sonnensystems hinaus blicken möchte, betritt das Feld der »Deep-Sky-Beobachtung«. Die bekannten Vorzeigeobjekte, zum Beispiel der Orionnebel und die Andromeda-Galaxie, sind schnell gefunden und abgeklappert.

Anschließend macht sich dann oft Ratlosigkeit breit: Wie kann ich die Deep-Sky-Beobachtung zu einem dauerhaften Betätigungsfeld entwickeln? In der deutschsprachigen Literatur fand man darauf bisher kaum Antworten, viele Werke beleuchten nur jeweils einen Teilaspekt. Das vorliegende Buch schließt diese Lücke, weil hier ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt wird. Ausführlich werden die verschiedenen Objektklassen besprochen, Kataloge vorgestellt, sinnvolle Instrumente samt Zubehör beschrieben und die Beobachtungspraxis geschildert. Das Praxishandbuch ist Lehr- und Nachschlagewerk zugleich. Ein absolutes »Muss« für alle Deep-Sky-Fans.

Neulinge profitieren von der langjährigen Erfahrung der Autoren, die aus den Fachgruppen der Vereinigung der Sternfreunde (VdS) stammen, sowie den eindrucksvollen Fotografien und Zeichnungen. Fortgeschrittene werden dagegen die zahlreichen Tabellen, das überaus reichhaltige Literaturverzeichnis sowie die Hinweise auf weitere Informationsquellen schätzen. Es vermittelt das bei der Deep-Sky-Beobachtung so immens wichtige Hintergrundwissen, das den Unterschied ausmacht zwischen einem enttäuschenden »unscheinbaren, langweiligen, nebligen Fleck, der allen anderen ähnelt« und einem aufregenden und befriedigenden Beobachtungserlebnis.

>> Stefan Seip



Gerhard Staguhn
Die Rätsel des Universums

Deutscher Taschenbuch Verlag, München 2001,
überarbeitete Ausgabe
204 Seiten mit Abbildungen und 16 Farbtafeln
ISBN 3-423-62079-X; 10,– E

Einsteigerlektüre

Je mehr wir vom Kosmos wissen, desto weniger verstehen wir.« Diese Bemerkung von Harald Lesch, Professor für theoretische Astrophysik, zeigt, dass auch die Fachleute ihre Probleme mit dem Universum haben. Dennoch – oder vielleicht gerade deshalb – gelingt es dem Autor des vorliegenden Buchs, die oft den alltäglichen Erfahrungen widersprechenden physikalischen Ideen der Astronomen und Physiker dem Leser in lebendigen und klaren Worten nahe zu bringen.

Zu Beginn erklärt er die grundlegenden Beobachtungsmethoden der Astronomen. Über die Expansion des Weltalls führt er die Leser geschickt zu dessen Anfängen, um sich danach mit dem Rätsel des Urknalls zu befassen. Anschließend wendet er sich der Entwicklung des Universums und der Sterne und Galaxien zu. Der Schlussabschnitt des Buchs dreht sich um die Frage, unter welchen Bedingungen es Leben außerhalb der Erde geben kann.

Das Buch hat seine Schwächen. So schreibt der Autor beispielsweise mehrmals von den Kreisbahnen der Planeten, anstatt den Ellipsenbahnen. Dennoch bereitet die Lektüre des Buchs großen Spaß. Leicht und flüssig stellt der Autor die Fragestellungen der modernen Astronomie vor und macht Zusammenhänge deutlich. Wer sich schon vorher mit dem Universum beschäftigte, wird nicht viel Neues erfahren, doch der Einsteiger in diese Thematik erhält eine unterhaltsame Einführung in dieses schwierige Thema.

>> Hans Zekl

TV & EVENTS

TV-PROGRAMM

Dienstag, 21. September

Geheimnisvolle Welt (3): Planeten
Elementare Fragen der Astronomie
WDR, 14.30 Uhr

Mittwoch, 22. September

XXP Schwerpunkt: Landung auf dem Mars
Forschungsroboter »Spirit« auf dem Mars – die Geschichte eines Wissenschaftsabenteuers
XXP, 14.30 Uhr

Epochen der Luftfahrt: Einmal Weltall und zurück
Der erste Spaceshuttle der Nasa
N24, 22.15 Uhr

Sonntag, 26. September


N24

Die Eroberung des Weltalls
Aufbruch in den Kosmos – von der Mondlandung bis heute
N24, 22.15 Uhr, Wiederholung am 27.9. um 17.15 Uhr

News & Stories: Alexander von Humboldts »Kosmos« – Hans Magnus Enzensberger über die Sehnsucht nach Wissen

Bericht von Enzensberger über das Hauptwerk des großen Forschers Alexander von Humboldt, das die Welt von den Tiefen der Erde bis zu den Sternen beschreibt
SAT1, 23.50 Uhr

Dienstag, 28. September

Prisma: Das Rätsel der Weltformel (1)
Was Einstein noch nicht wusste – Unser Universum ist wie eine Scheibe Brot, meint jedenfalls Brian Greene, der das Geheimnis der Weltformel lüften will
NDR, 23.00 Uhr, Wiederholungen am 5.10. und 12.10. um 23 Uhr


NDR / EDGEWORX / A. GROSS / J. DUNN

Mittwoch, 29. September

Weltreisen: Unter dem Geisterhimmel von Alaska
»Space Weather« – das Wetter aus dem Weltall; außerdem über die Einflüsse des Nordlichts auf Mensch und Technik
WDR, 9.45 Uhr

Kronzuckers Welt: Welt am Abgrund – Tod aus dem All
Was passiert, wenn die Erde mit einem großen Meteoriten oder einem Asteroiden kollidiert? Dokumentation über mögliche Folgen einer Katastrophe
N24, 20.15 Uhr

Freitag, 1. Oktober

Aufbruch ins All – Kolonien im Kosmos
Normales Alltagsleben auf einer permanenten Raumstation – so könnte es in nicht allzu ferner Zukunft aussehen
N24, 22.15 und 4.15 Uhr

Dienstag, 5. Oktober

Prisma: Das Rätsel der Weltformel (2)
Das vibrierende Universum
NDR, 23.00 Uhr, Wiederholung am 7.10. um 2.00 Uhr

Mittwoch, 6. Oktober

Weltreisen: Plaza Latina – Sonne, Salz und Sterne. Die Hochebene der Anden
Besuch bei einem der größten Weltraumteleskope der Erde, das sich auf knapp 4000 Metern Höhe in den bolivianischen Anden inmitten des größten Salzsees Südamerikas befindet
WDR, 9.45 Uhr

Dienstag, 12. Oktober

Prisma: Das Rätsel der Weltformel (3)
Willkommen in der 11. Dimension
NDR, 23.00 Uhr, Wiederholung am 14.10. um 2.10 Uhr

Freitag, 15. Oktober

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Tage, die die Welt bewegten Teil 2: Der Flug der Gebrüder Wright und die erste Mondlandung
Meilensteine des wissenschaftlich-technischen Fortschritts zur Erfüllung uralter Menschheitsträume
WDR, 20.15 Uhr

Auswahl aus dem Fernsehangebot zu Themen aus Astronomie und Raumfahrt der kommenden Wochen. Kurzfristige Programmänderungen sind möglich.

EVENTS

18.– 19.9.: Siebter bundesweiter Tag der Raumfahrt, Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR), Standort Köln-Porz, Linder Höhe, D-51147 Köln, Internet: www.dlr.de/tagderraumfahrt

24.–26.9.: BAV-Tagung und Mitgliederversammlung, VHS Göttingen. Info: BAV, Dr. Gerd-Uwe Flechsig, Malchiner Str. 3, D-17166 Teterow, Tel. / Fax: 03996 174782, E-Mail: gerd-uwe.flechsig@chemie.uni-rostock.de, Internet: www.bav-astro.de

Bis 30.9.: »Ping-Pong im All«, Marsmeteoriten und aktuelle Marsmissionen, Ausstellung, Naturhistorisches Museum Bern, Bernastr. 15, CH-3005 Bern, Internet: www.nmbe.unibe.ch

7.–9.10.: »Astronomisches Mäzenatentum in Europa«, Symposium, Kuffner-Sternwarte Wien. Info: Kuffner-Sternwarte, Johann Staud-Straße 10, A-1160 Wien, Tel.: +43 1 9148130, Fax: +43 1 914813031, Internet: www.kuffner.ac.at

10.10.: Tag der offenen Tür der Sternwarte Heilbronn. Info: Volker Lang, Robert-Mayer-Volks- und Schulsternwarte Heilbronn e.V., Bismarckstr. 10, D-74072 Heilbronn, Tel.: 07131 81299, E-Mail: info@sternwarte.org

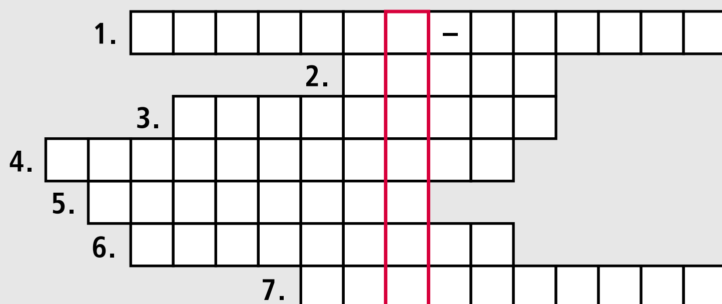
23.10.: 1. Tagung der VdS-Fachgruppe »Geschichte der Astronomie«, VHS Göttingen. Info unter: www.vds-astro.de/fg-geschichte. Anmeldung: Wolfgang Steinicke, Gottenheimerstr. 18, D-79224 Umkirch, Tel.: 07665 51863, E-Mail: wolfgang.steinicke@vds-astro.de

13.–14.11.: Astromarkt mit Regionaltagung der Sternwarten und Vereine der Umgebung (am 13.11.), Durmersheim, Sternfreunde Durmersheim und Umgebung e.V., Tel.: 07245 937594 oder 07224 50932, E-Mail: tfelgner@t-online.de oder juergen.linder@t-online.de

Auch Ihre Termine können hier kostenlos stehen! Für die Novemberausgabe schicken Sie bis zum 16. September 2004 eine E-Mail an: redaktion@astronomie-heute.de

PREISRÄTSEL

Gewinnen Sie mit ASTRONOMIE HEUTE!



1. Supergalaxienhaufen (zusammengesetzte Bezeichnung aus den lat. Namen zweier Sternbilder)
2. Astronom, der den Überrest der Kepler-Supernova entdeckte
3. Astronom, der Einsteins Relativitätstheorie durch Beobachtungen bestätigte
4. Vorläufer der heutigen drehbaren Sternkarten
5. Prismenart, die in Feldstechern verwendet wird
6. Stadt, in der das erste Großplanetarium stand
7. Begründer des wissenschaftlichen Teleskopbaus

Bitte schicken Sie das rot umrandete Lösungswort per E-Mail an preisraetsel@astronomie-heute.de oder auf einer Postkarte an Spektrum der Wissenschaft, Stichwort ASTRONOMIE HEUTE 10/2004, Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg. **Einsendeschluss ist der 11.10.2004.** Bei mehreren richtigen Lösungen entscheidet das Los. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Auflösung und Gewinner stehen in der Dezemberausgabe, im Handel ab dem 18. November.



1. Preis: Meade DS-2114 ATS

Spiegelteleskop vom Typ Newton mit motorisierter azimutaler Montierung und AutoStar-Computersteuerung. Die Datenbank des AutoStar umfasst mehr als 1500 astronomische Objekte, die per Knopfdruck abgerufen werden können. Alternativ können beliebige Koordinaten am Himmel in den AutoStar eingegeben werden. Durchmesser Hauptspiegel: 114 Millimeter, ein Meter Brennweite (f/8,8). Im Lieferumfang enthalten sind ein 9- und ein 25-Millimeter-Okular und vieles mehr Wert: 399,– €



2. Preis:

Kontrast-Booster-Filter von Baader Planetarium. Eliminiert den Farbfehler der gängigen zweilinsigen Refraktoren und zeigt die wahre Schärfe der Fernrohroptik. 1¼-Zoll-Einschraubfassung, Wert: 49,– €



3. Preis:

Mond-und-Skyglow-Filter Violett-Multibandfilter von Baader Planetarium, 1¼-Zoll-Einschraubfassung. Besonders geeignet für alle Spiegelfernrohre. Wert: 35,– €

Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen für Abonnenten von ASTRONOMIE HEUTE kostenlos!

Für Nichtabonnenten gelten folgende Preise für Kleinanzeigen:

Anzahl Zeilen	privat	gewerblich
bis zu drei Zeilen	22,– €	32,– €
jede weitere Zeile	5,– €	5,50 €

ASTRONOMIE HEUTE-Abonnenten können private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen pro Ausgabe kostenlos schalten. Jede weitere Zeile kostet für Abonnenten 5,– €. Geben Sie bitte bei Einsendung von Kleinanzeigen stets Ihre Kundennummer an. Diese entnehmen Sie Ihrer Abonnementrechnung oder dem Adressträgerblatt. Bitte beachten Sie: Ist der verfügbare Platz in einer Ausgabe vergeben, behält sich die Redaktion das Recht vor, später eintreffende Anzeigen in die nächstverfügbare Ausgabe zu verschieben. Eine Zeile enthält durchschnittlich vierzig Zeichen. Alle Preise zuzüglich gesetzlicher Mehrwertsteuer. Die Grundgebühr pro Anzeige ist bereits eingerechnet. Gleichzeitig erhalten Sie einen Eintrag in unserer Online-Kleinanzeigendatenbank für die Verkaufsdauer der jeweiligen Print-Ausgabe.

Bitte senden Sie Ihre Kleinanzeige an: Spektrum der Wissenschaft, Redaktion ASTRONOMIE HEUTE, Slevogtstr. 3–5, D-69126 Heidelberg, Fax: 06221 9126-769, E-Mail: kleinanzeigen@astronomie-heute.de. Der Einsendeschluss ist sechs Wochen vor Erscheinen des Hefts.

Lösung des Preisrätsels vom Juli / August-Heft:

1. ÄQUIVALENZDOSIS
2. DUNKELNEBEL
3. VERLOBUNGSRING
4. POSITIONSWINKEL
5. MATROSCHKA
6. KÄFERNEBEL
7. AGGLOMERAT

Albireo: **berühmter Doppelstern im Sternbild Schwan**

Gewinner des Preisrätsels:

1. Mathias Lux, Wiesbaden (Meade-DS-2114-ATS-Spiegelfernrohr)

2. Marlene Kurz, Bopfingen (Baader-Filter)

3.-5. Wolfgang Wening, Winkelhaid; Hans-Joachim Müller, Mühlhausen/Thüringen; Dirk Hund, Klosterlechfeld (Buch »Die großen Sternbilder«)

VORSCHAU

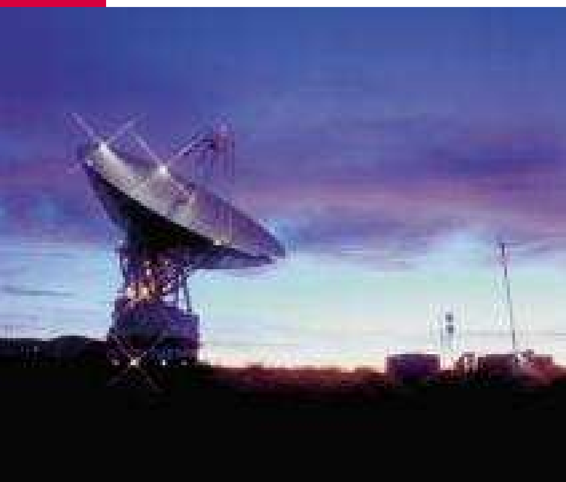


Leben im Extremen

Astronomen bedienen sich riesiger Teleskope, um im Kosmos nach außerirdischem Leben zu suchen. Doch exotische Wesen gibt es auch auf unserem Heimatplaneten – in den Tiefen der irdischen Ozeane



NASA / GSFC, KLEINES BILD: R. CATANACH, WHOI



NASA

Cassini, bitte melden!

Bei Steuerung und Datenübertragung beschreitet die Saturnsonde Cassini/Huygens neue Wege

Schief gespiegelt

Dieser Teleskoptyp hat wahrlich einen Knick in der Optik. Tom Dobbins erklärt Ihnen die Vorzüge eines solchen Herschel'schen Schiefspieglers



T. A. DOBBINS



SPECTRUM ASTRO

Rund um die Uhr bereit

Bei Gamma-Ausbrüchen heißt es: schnell reagieren! »Swift« soll der Alarmgeber im Weltraum werden

IMPRESSUM

Chefredakteur: Dr. habil. Reinhard Breuer (v.i.S.d.P.)
Redaktion: Dr. Oliver Dreissigacker, Stephan Fichtner, Dr. Frank Schubert, Dr. Joachim Schüring
Artdirector/Layout: Karsten Kramarczik
Layout: Marc Grove
Verlagsleiter: Dr. Carsten Könneker
Schlussredaktion: Christina Peiberg (kom. Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Redaktionsassistenz: Eva Kahlmann, Ursula Wessels
Redaktionsanschrift: Postfach 104840, D-69038 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-711, Fax: 06221 9126-729
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 104840, D-69038 Heidelberg; Hausanschrift: Slevogtstraße 3–5, D-69126 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600, Fax: 06221 9126-751, E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de
Mitarbeit in diesem Heft: Clemens Bayer, Corinna Karow, Stephen Koszudowski, Dr. Monika Maintz, Dr. Rainer Riemann, Anette Sowa, Michael Vogel
Herstellung: Natalie Schäfer, Tel.: 06221 9126-733
Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel.: 06221 9126-741, E-Mail: marketing@spektrum.com
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel.: 06221 9126-744
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck
Leser-Service: Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: marketing@spektrum.com
Vertrieb und Abonnementverwaltung: Spektrum der Wissenschaft, Boschstraße 12, D-69469 Weinheim, Tel.: 06201 6061-50, Fax: 06201 6061-94
Bezugspreise: Einzelheft: t 6,50, Jahresabonnement Inland (10 Ausgaben): t 56,–, Jahresabonnement Ausland: t 61,–, Jahresabonnement ermäßigt Inland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): t 50,–, Jahresabonnement ermäßigt Ausland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): t 55,–. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Konten: Deutsche Bank, Weinheim, 58 36 43 202 (BLZ 670 700 10); Postbank Karlsruhe 13 34 72 759 (BLZ 660 100 75). Die Mitglieder der Vereinigung der Sternfreunde e. V. (VdS) erhalten ASTRONOMIE HEUTE zum gesonderten Mitgliedsbezugspreis.
Anzeigen/Druckunterlagen: VMS Limperg Verlags- & MedienService, Sudetenstraße 16, D-63486 Bruchköbel, Tel.: 06181 729-04, Fax: 06181 729-84, E-Mail: f.limperg@limperg.de
Anzeigenpreise: Zurzeit gilt die Preisliste Nr. 1 vom Januar 2004.
Gesamtherstellung: Westermann Druck GmbH, D-38104 Braunschweig

ISSN 1610-8728
www.astronomie-heute.de

Sky & Telescope, Sky Publishing Corporation, 49 Bay State Road, Cambridge, MA 02138-1200, USA
President/Publisher: Susan B. Lit
Editor in Chief: Richard Tresch Fienberg, Ph.D.
Marketing Director: Marcy L. Dill

Die Übersichts- und Ausschnittssternkarten von ASTRONOMIE HEUTE wurden mit Software und Designelementen von Roger W. Sinnott und Steven Simpson erstellt.